



Universidad
Politécnica
de Cartagena



Ingeniero Técnico de Telecomunicaciones, especialidad telemática

PROYECTO FIN DE CARRERA



Diseño y Montaje de una Emisora de Radio FM e Internet

Autor: José María García Vivancos

Director del Proyecto: Antonio Martínez González

En Cartagena, Septiembre 2013

ÍNDICE DEL PROYECTO

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	PLANTEAMIENTO INICIAL DEL PROYECTO	1
1.2.	OBJETIVOS DEL PROYECTO	1
1.3.	FASES DEL PROYECTO	1
2.	ESTUDIO PREVIO Y VIABILIDAD	3
2.1.	ESTUDIO Y SIMULACIÓN DE COBERTURA	3
2.2.	LOCALIZACIÓN DEL EMPLAZAMIENTO	13
2.3.	SISTEMA RADIANTE: POTENCIAS, ANTENA, CABLEADO, ETC...	15
3.	ESTUDIO DE RADIO Y EQUIPOS	22
4.	GENERADOR SEÑAL MPX	26
4.1.	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EQUIPO	26
4.2.	DIAGRAMA DE BLOQUES	27
4.3.	FUNCIONAMIENTO	28
5.	MODULADOR-EXCITADOR FM	29
5.1.	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EQUIPO	29
5.2.	DIAGRAMA DE BLOQUES	31
5.3.	FUNCIONAMIENTO	36
6.	DISEÑO AMPLIFICADOR LINEAL DE POTENCIA: DATASHEET, ESQUEMA DE BLOQUES, FUNCIONAMIENTO, ETC...	38
7.	IMPLEMENTACIÓN ENCODER RDS (RADIO DATA SYSTEM)	46
8.	DISEÑO Y MONTAJE ADAPTADOR TELEFÓNICO PARA LÍNEA FIJA	49
9.	DISEÑO Y MONTAJE ADAPTADOR TELÉFONOS MÓVILES COMO UNIDAD MÓVIL	56
10.	DISEÑO WEB CON EMISION BROADCAST Y PODCAST Y APLICACIÓN ANDROID	60
10.1.	CONCEPTOS: BROADCAST, PODCAST, HTML, CSS, ANDROID	60
10.2.	DISEÑO PÁGINA WEB Y PODCAST	63
10.3.	DISEÑO APLICACIÓN PARA ANDROID	64
11.	SOFTWARE DE AUTOMATIZACIÓN, EMISION Y GRABACIÓN	66
12.	BIBLIOGRAFÍA	73

1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de toda la memoria del proyecto, se describirán todos y cada uno de los elementos (herramientas, software, equipos, y demás componentes) que han intervenido en el diseño, fabricación y montaje de la Emisora de Radio FM e Internet.

1.1. PLANTEAMIENTO INICIAL DEL PROYECTO

Este proyecto que se pretende llevar a cabo, nace de una idea con fines sociales: instalar una Emisora de Radio FM e Internet en un pueblo de la Comarca de Cartagena.

La idea es utilizar este medio de comunicación como instrumento de reinserción social de jóvenes con problemas de adaptación familiar y con su entorno.

A todo esto, y es algo que hay que resaltar en el mismo nivel que lo anteriormente citado, se suma las inquietudes que tiene el alumno que lo ha desarrollado, por el mundo de la radio frecuencia y el periodismo.

1.2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

El objetivo principal es diseñar y realizar una instalación completa de todos y cada uno de los elementos necesarios para la implantación de una Emisora de Radio en Frecuencia Modulada y a través de Internet. Además de hacer uso de todos los conocimientos adquiridos en las diferentes áreas de la carrera.

1.3. FASES DEL PROYECTO

1. Diseño Web con emisión broadcast y PodCast.
 2. Adaptación del software de automatización de programa y grabación.
 3. Diseño y montaje de un adaptador telefónico para línea fija. Descripción.
 4. Diseño y montaje de un adaptador para utilizar teléfonos móviles como unidad móvil. Descripción.
 5. Emisor de Radio: tipos de emisores, tipos de modulación, esquema de bloques (de forma general).
 6. Estudio de cobertura.
 7. Descripción del equipamiento.
 8. Generador de señal MPX, estudio, descripción, esquema de bloques.
 9. Implementación del encoder RDS (Radio Data System).
 10. Modulador excitador de FM, estudio, descripción, esquema de bloques.
-

11. Diseño de un amplificador lineal de potencia. Datasheet fabricantes, esquema de bloques, funcionamiento, etc.
12. Diseño del sistema radiante.
13. Presupuesto y estudio económico.

Resumiendo, el **Desarrollo del Proyecto** se podría agrupar en las siguientes **Fases**:

1. Inicio del proyecto. Planteamiento de objetivos.
2. Recopilación de referencias bibliográficas relacionadas con el tema de investigación.
3. Análisis de la documentación obtenida. Planteamiento de métodos de análisis. Selección de los métodos numéricos en que desarrollar las simulaciones y post-procesado de los resultados.
4. Familiarización con el software y herramientas a utilizar. Profundización en su método de análisis.
5. Planteamiento de simulaciones y pruebas propias. Obtención de los primeros resultados.
6. Obtención de resultados. Análisis de los mismos. Conclusiones y planteamiento de futuras líneas de actuación.
7. Elaboración de la memoria escrita del trabajo realizado.

2. ESTUDIO PREVIO Y VIABILIDAD

En este apartado de la memoria, se realizará el estudio previo de todo lo relacionado con la emisión FM. Se simulará y se sacarán las conclusiones para colocar nuestra estación de emisión de radio, según los resultados y demás variables y se tomará la decisión de la posición geográfica exacta.

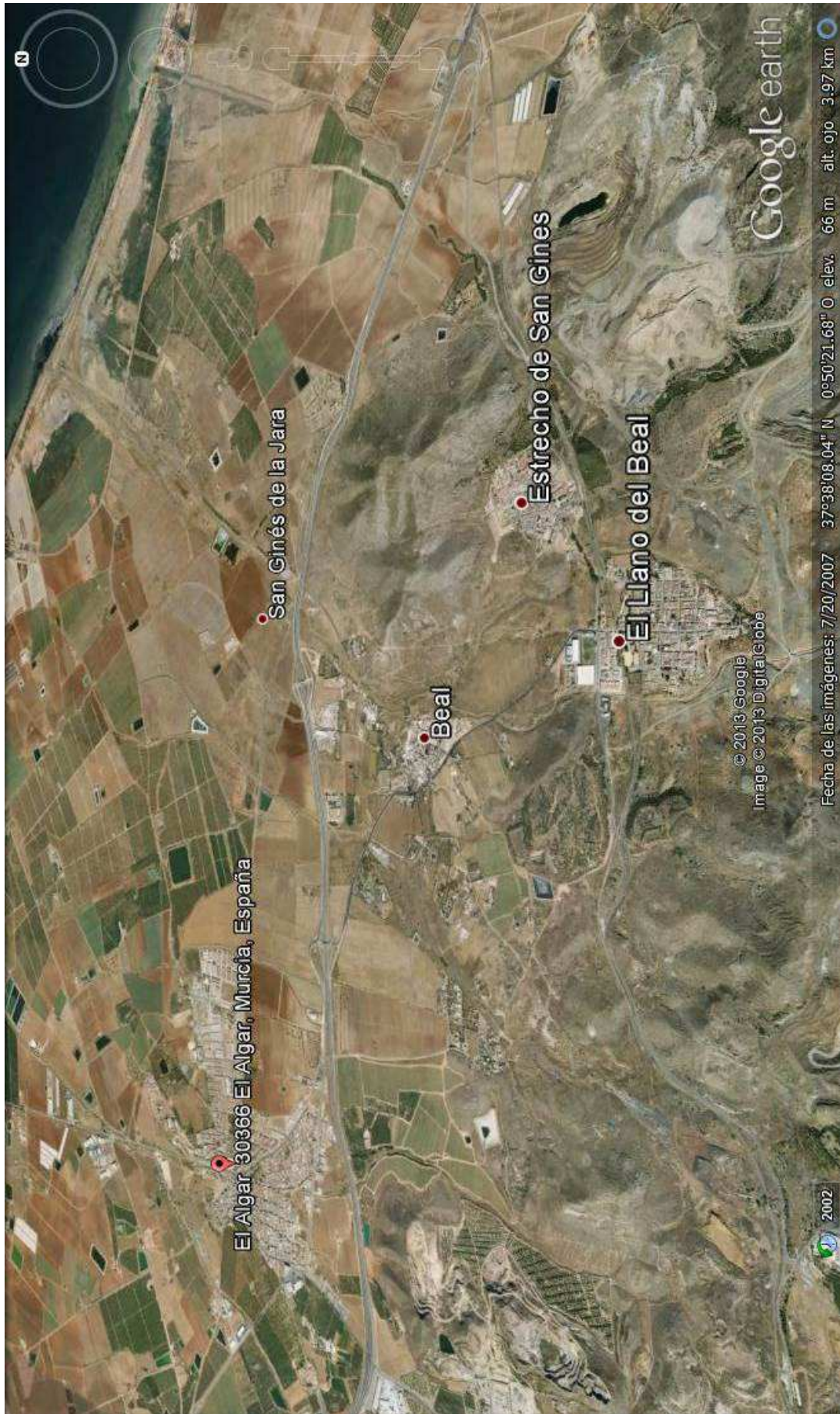
También se diseñará la antena que se usará para la emisión. Antes de la fabricación, se simulará para confirmar que cumple las características exigidas y necesarias. Una vez se haga la comprobación y cumpla las necesidades de diseño, se pasará a la implementación real.

En este punto, además se hablará de la cobertura a la cual llegará, tanto en cuanto a km de distancia como a población.

2.1. ESTUDIO Y SIMULACIÓN DE COBERTURA

Antes de tomar la decisión de donde se colocará el emplazamiento, se inspeccionará el terreno para poder ver las posibles situaciones. Ya que se pretende llegar a las poblaciones del Llano del Beal, El Estrecho de San Ginés, El Beal y el Algar, todas ellas localidades pertenecientes al municipio de Cartagena. Se buscará una zona próxima a ellas.

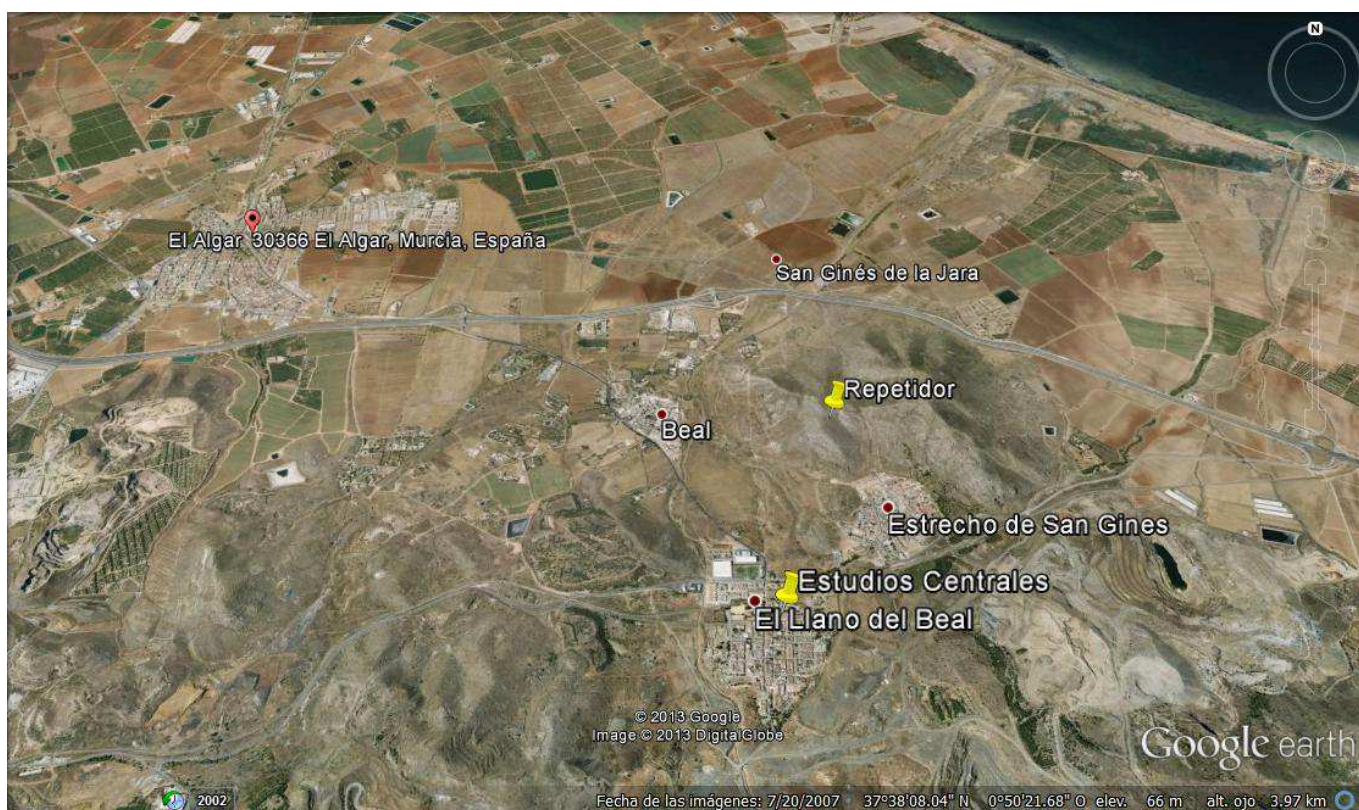
A continuación mostramos la vista satélite de la zona en cuestión a la que se quiere cubrir con FM.



Después de haber estudiado la orografía del terreno y que la situación de los Estudios Centrales es conocida, ya que pertenece a una asociación vecinal y se dispone de suministro eléctrico y espacio suficiente para llevar a cabo toda la instalación, se dan dos situaciones posibles:

A) RADIO ENLACE + REPETIDOR FM

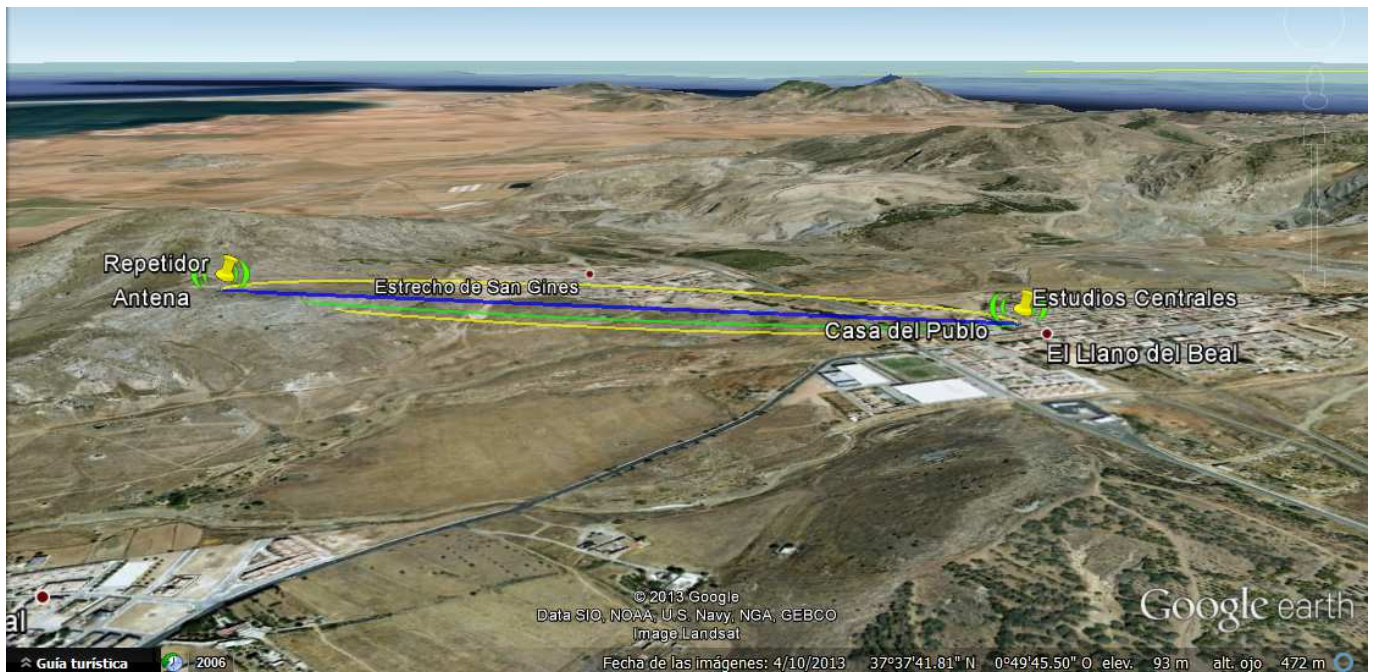
La idea es emitir desde los estudios centrales a un repetidor que se colocaría en el monte que existe justo enfrente de los estudios y además está en una situación céntrica respecto de todas las poblaciones a cubrir. Véase en la siguiente imagen:



También mostramos dos perspectivas de cómo es la situación, distancia y visibilidad entre los Estudios Centrales y el repetidor:



Vista satélite sureste-noroeste.



Vista satélite noroeste-sureste.



Vista planta relieve terreno.

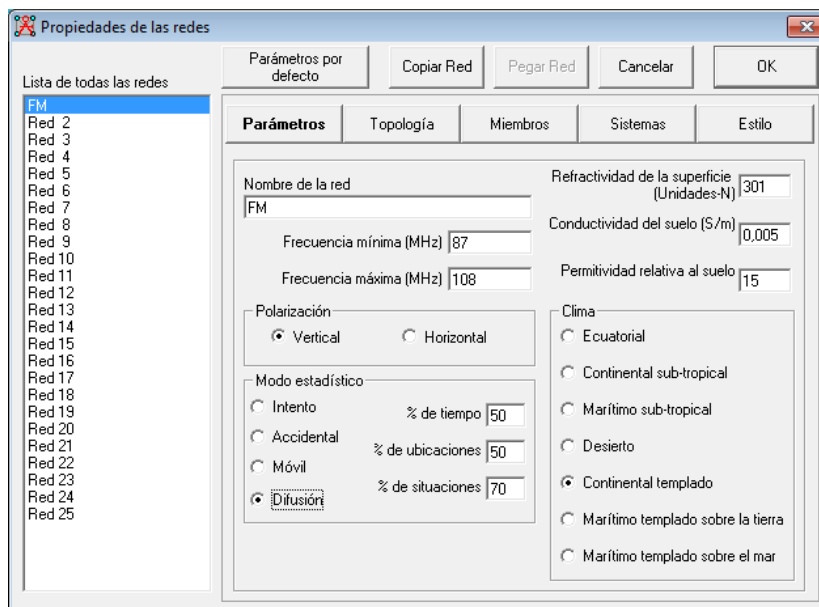
B) EMISION FM DESDE ESTUDIOS CENTRALES

Esta otra opción, simplemente es montar todo el sistema radiante en el mismo punto geográfico, que sería el de los Estudios Centrales.

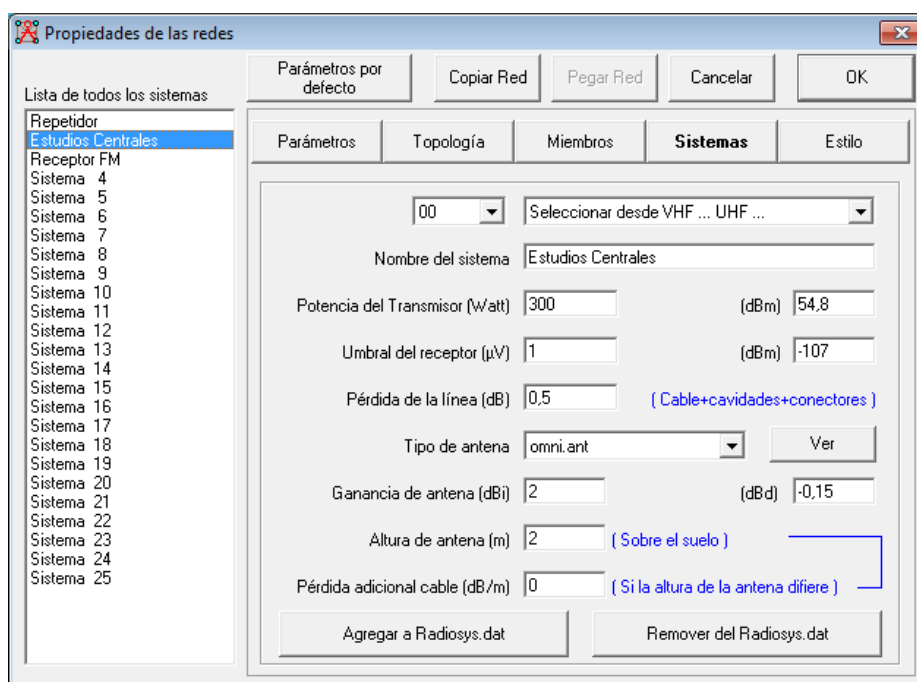


Una vez descritas las dos posibles situaciones, se pasará a la simulación con el software Radio Mobile (versión 11.4) para decidir cuál de ellas es la más idónea y por tanto la decisión final de colocar el emplazamiento.

Configuramos el programa con todos los elementos que intervienen en las dos opciones:



La red se llamara FM. Frecuencias de simulación: de 87 a 108 MHz. Permeabilidad relativa del suelo, conductividad del suelo y refractividad de la superficie, son parámetros que se cogen del propio software cuando le pasas las coordenadas geográficas del entorno. Modo estadístico: difusión. Polarización de la antena: vertical.



Sistema 1: Estudios Centrales. Potencia de emisión: 20 W para radio enlace y 300 W cuando sea emisión directa. La antena presenta una ganancia de 2 dB. Altura de la antena respecto al suelo donde está instalada: 10 metros.

The screenshot shows the 'Propiedades de las redes' dialog box with the 'Sistemas' tab selected. The 'Lista de todos los sistemas' on the left includes 'Repetidor' and 'Estudios Centrales'. The main configuration area for 'Repetidor' is as follows:

Parámetro	Valor	Unidad
Nombre del sistema	Repetidor	
Potencia del Transmisor (Watt)	300	(dBm) 54,8
Umbral del receptor (µV)	1	(dBm) -107
Pérdida de la línea (dB)	0,5	(Cable+cavidades+conectores)
Tipo de antena	omni.ant	Ver
Ganancia de antena (dBi)	2	(dBd) -0,15
Altura de antena (m)	2	(Sobre el suelo)
Pérdida adicional cable (dB/m)	0	(Si la altura de la antena difiere)

Buttons at the bottom: 'Agregar a Radiosys.dat' and 'Remover del Radiosys.dat'.

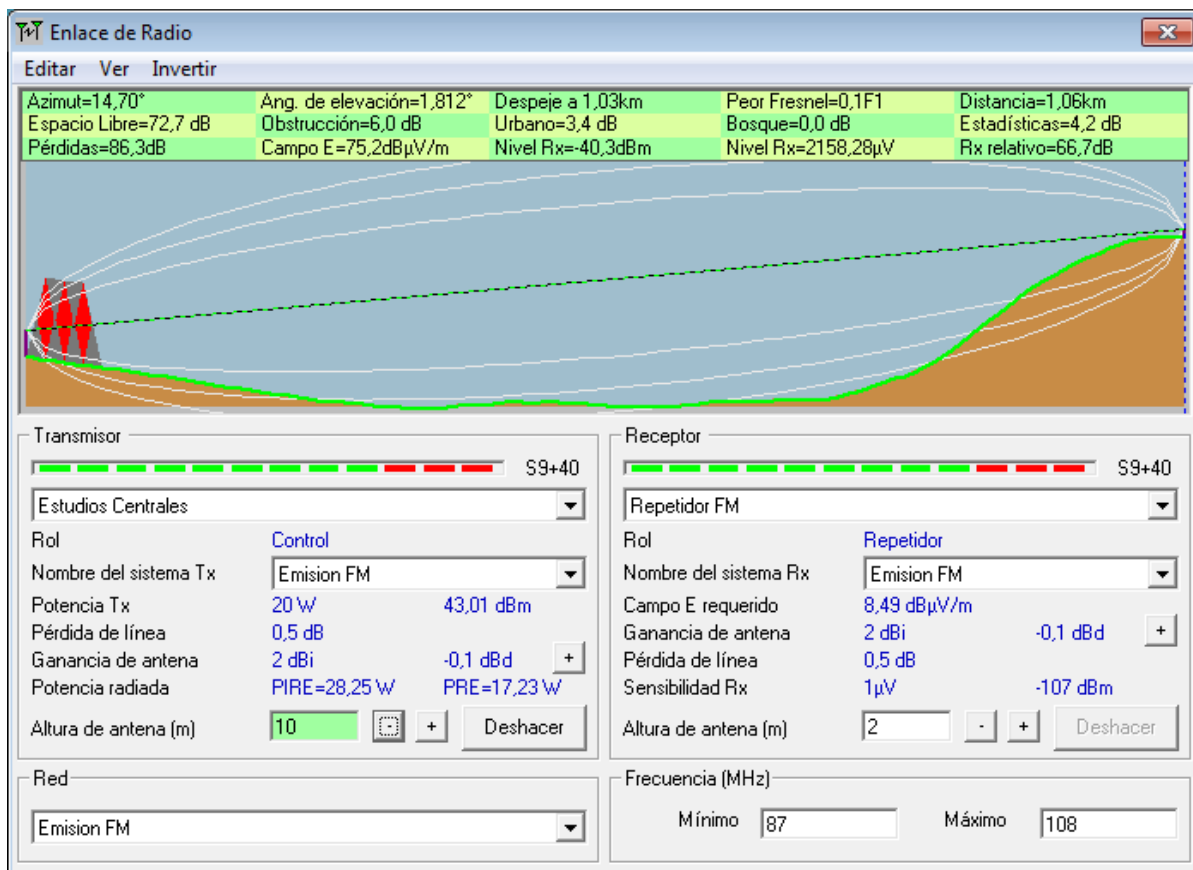
Sistema 2: Repetidor. Potencia de emisión: 300 W. La antena presenta una ganancia de 2 dB. Altura de la antena respecto al suelo donde está instalada: 2 metros.

The screenshot shows the 'Propiedades de las redes' dialog box with the 'Sistemas' tab selected. The 'Lista de todos los sistemas' on the left includes 'Repetidor' and 'Estudios Centrales'. The main configuration area for 'Receptor FM' is as follows:

Parámetro	Valor	Unidad
Nombre del sistema	Receptor FM	
Potencia del Transmisor (Watt)	10	(dBm) 40
Umbral del receptor (µV)	2,2387	(dBm) -100
Pérdida de la línea (dB)	0,5	(Cable+cavidades+conectores)
Tipo de antena	omni.ant	Ver
Ganancia de antena (dBi)	2	(dBd) -0,15
Altura de antena (m)	2	(Sobre el suelo)
Pérdida adicional cable (dB/m)	0	(Si la altura de la antena difiere)

Buttons at the bottom: 'Agregar a Radiosys.dat' and 'Remover del Radiosys.dat'.

Sistema 3: Receptor FM. Potencia de transmisión: se pone por defecto el valor 10 (por que si ponemos el valor 0, que sería lo teóricamente correcto, ya que se trata de un receptor, no realiza la simulación correctamente. Sensibilidad del equipo: -100 dBm. Ganancia antena receptora: 2 dB. Altura antena receptora: 2 metros medidos desde el suelo del terreno en cada punto.

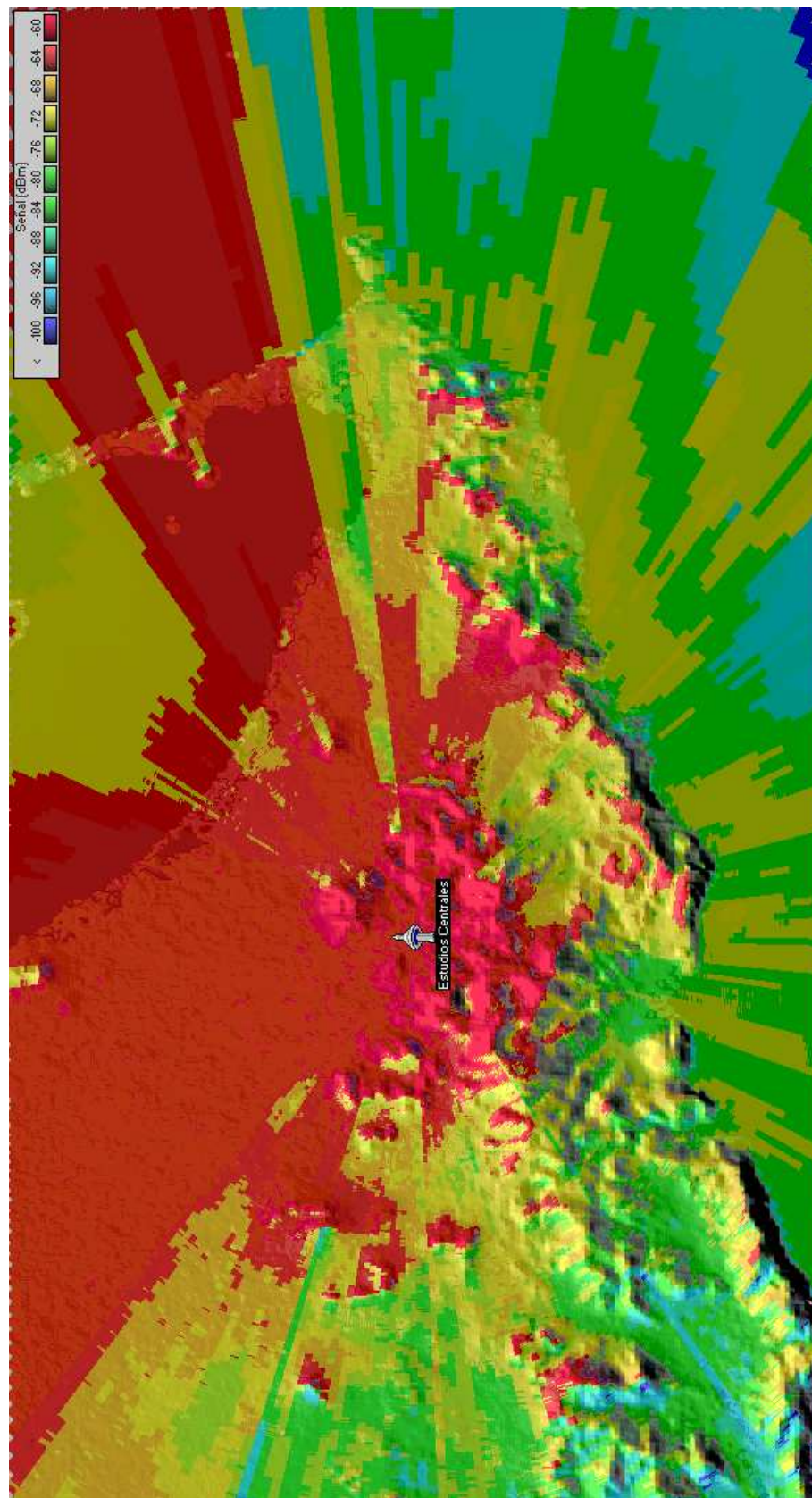


Configuración del radio enlace:

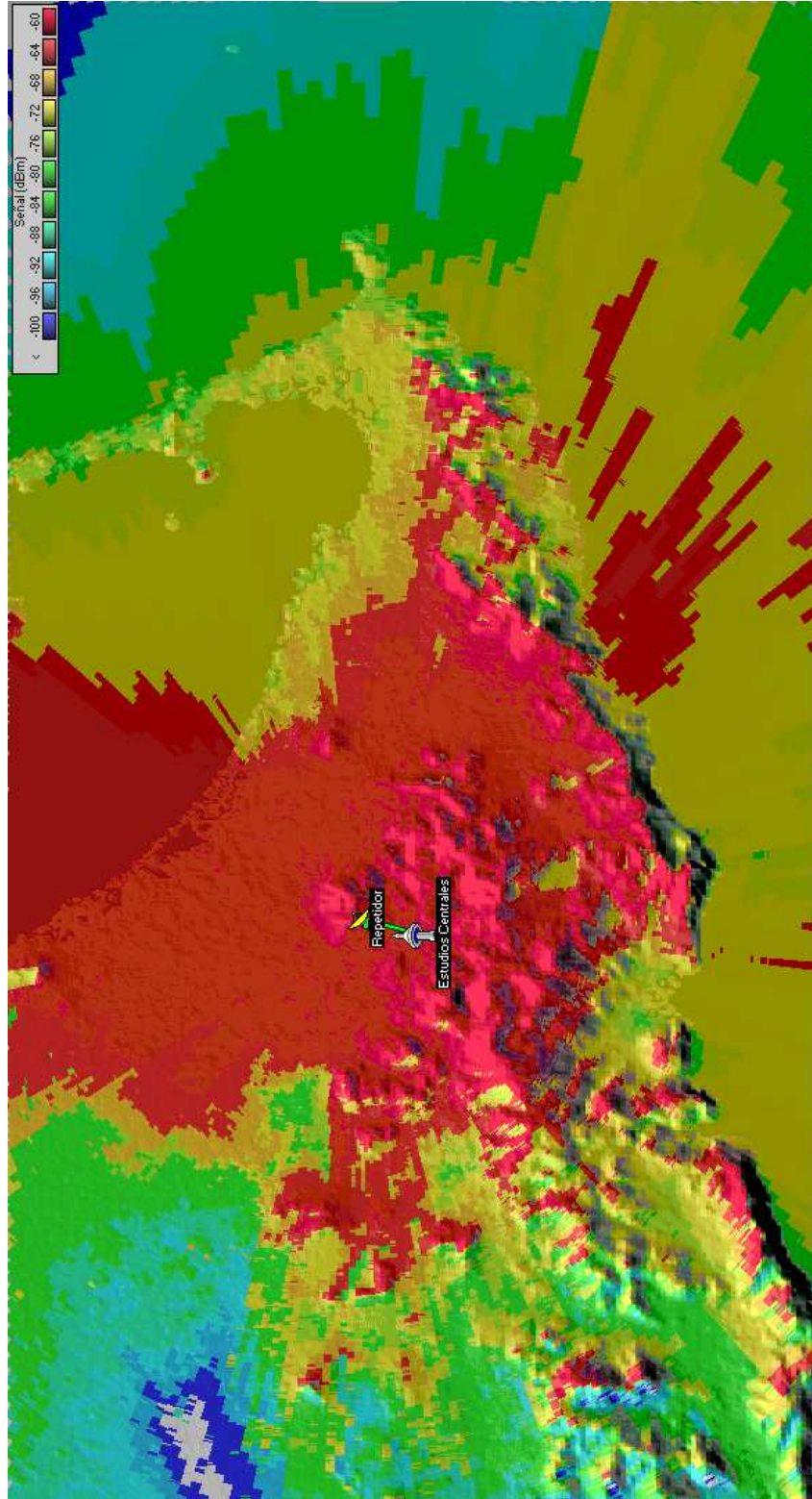
- Estudios centrales. potencia Tx 20 W. Ganancia 2dBi. Altura antena: 10 metros.
- Repetidor FM: sensibilidad Rx -107 dBm.

De los resultados de la simulación (datos de los cuadros verdes y amarillos), se obtiene: distancia (1,06 km), nivel Rx (-40,3 dBm). Como la sensibilidad del receptor es de -107 dBm y el nivel de Rx es de -40,3 dBm, se pudo realizar el radio enlace sin ningún tipo de problema, en las condiciones expuesta anteriormente y con un buen nivel de señal respecto a la emisión.

Una vez se han configurado todos los elementos y realizada la simulación del radio enlace, se pasará a realizar la simulación de cobertura en ambos puntos.



Primera simulación. Situación: solo emisión desde Estudios Centrales, sin repetidor. 300 W, 10 metros altura antena. Nivel de recepción en todos los pueblos dentro de -60 dB (zona roja), por lo tanto dentro de lo esperado.



Segunda simulación. Situación: radio enlace y emisión desde el repetidor. 300 W, 2 metros altura antena. Nivel de recepción en todos los pueblos de -60 dB (zona roja), por tanto dentro de lo esperado.

CONCLUSION SIMULACIONES

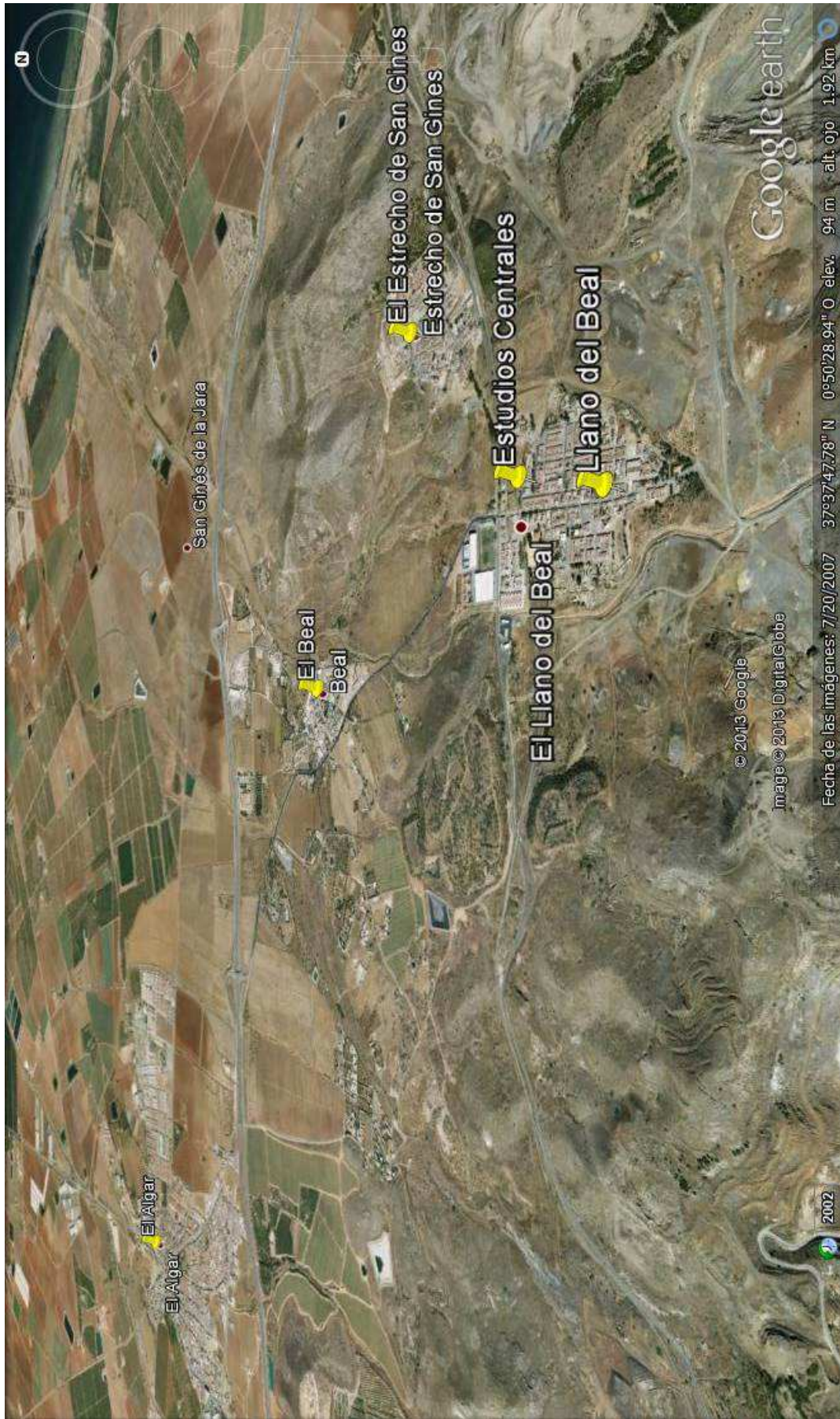
De la primera simulación podemos decir que perfectamente cumple con las necesidades de cobertura al igual que en la segunda. Decir también que en la segunda, la zona de buena cobertura (zona roja) es mucho más amplia ya que la altura del emplazamiento del repetidor es mucho más elevada que la altura del emplazamiento de los Estudios Centrales. Además no existen apenas obstáculos desde el monte y si desde el pueblo.

Hasta ahora, lo más ideal, la mejor solución, vistas las simulaciones, sería instalar la opción de radio enlace más repetidor. Pero el inconveniente, que hace que no sea posible, es el que en la zona donde se quiere colocar dicho repetidor no existe suministro eléctrico cercano y por tanto no se puede hacer la instalación en ese punto.

Es por tanto, que la decisión final será la de instalar de forma completa la emisora de radio en los Estudios Centrales.

2.2. LOCALIZACIÓN DEL EMPLAZAMIENTO

Después de todo el estudio y simulación de coberturas y de pretender llegar con cobertura de FM a las poblaciones de: Llano del Beal (2.000 habitantes), Estrecho de San Ginés (1.000 habitantes) y El Beal (500 habitantes) como principales, además de cubrir también El Algar (10.000 habitantes), el emplazamiento elegido para dar cobertura FM estará situado en el punto Estudios Centrales que a continuación se muestra en la imagen:



2.3. SISTEMA RADIANTE: POTENCIAS, ANTENA, CABLEADO, ETC...

Ahora toca el turno del diseño y simulación del tipo de antena que escogeremos para nuestro proyecto y que cumpla con las características de simulación que se pasaron como parámetro de diseño del apartado anterior de estudio y simulación de cobertura.

Se diseñará el tipo de antena y se describirán los materiales necesarios para la fabricación de dicha antena.

Características Antena J

La antena J es una antena omnidireccional que puede ser utilizada para estaciones base, móviles y de campo. No se necesita un plano de tierra. Aunque cuando se alimenta con una línea desbalanceada como un coaxial hay que evitar la radiación de la malla de este, con un choque (conocido como choque de RF) colocado en la base.

La antena J consta de un radiador de media longitud de onda alimentado por un trozo de cuarto de onda resonante. Efectivamente, la antena es un dipolo alimentado en un extremo y plegado sobre sí mismo.

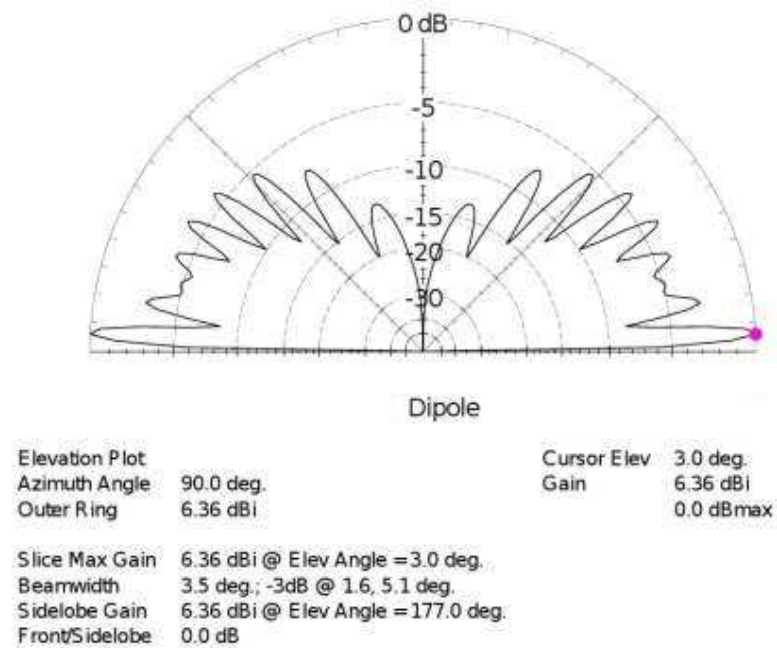
La antena tiene un patrón omnidireccional con un bajo ángulo de radiación que puede variar entre 1 y 6 grados en función de la altura de montaje. El trozo de cuarto de onda forma un transformador que proporciona un medio para transformar la alta impedancia de la antena a la de la línea de transmisión.

Se puede conectar directamente, a líneas coaxiales de baja impedancia, 50 ohm, con buenos resultados. En realidad este tipo de alimentación es una variante de los acopladores deltas. Se observa particularmente que el diámetro del elemento radiante afecta a la anchura de banda y la longitud física necesaria para una frecuencia de operación dada.

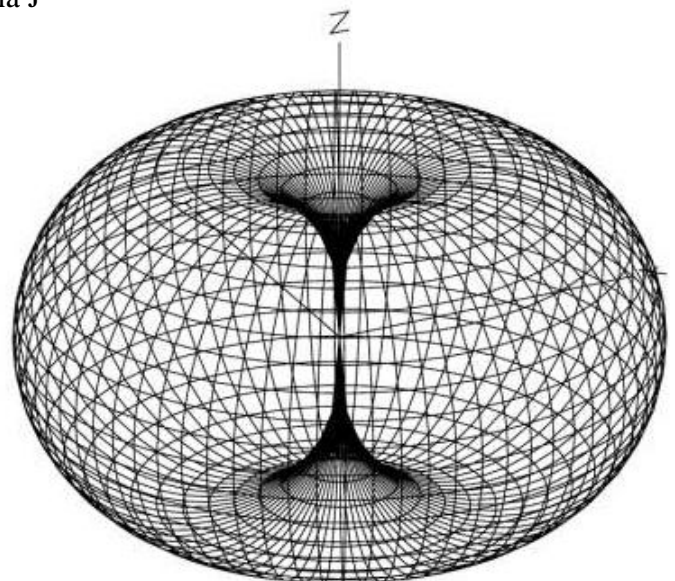
A medida que el diámetro del elemento radiante se incrementa, aumenta el ancho de banda y la longitud física del elemento radiante necesario para una frecuencia de operación dada disminuye con respecto al espacio libre, media-longitud de onda. Así, mediante el uso de un diámetro más grande del elemento radiante, se consigue un mayor ancho de banda y se puede realizar una antena físicamente más pequeña.

Radiación Antena J

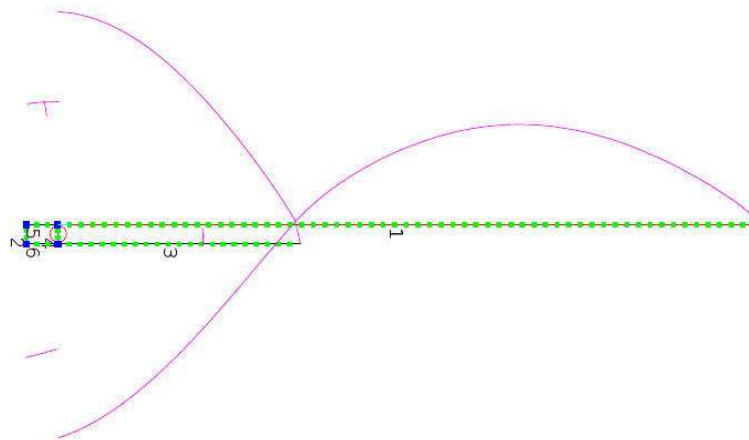
Total Field



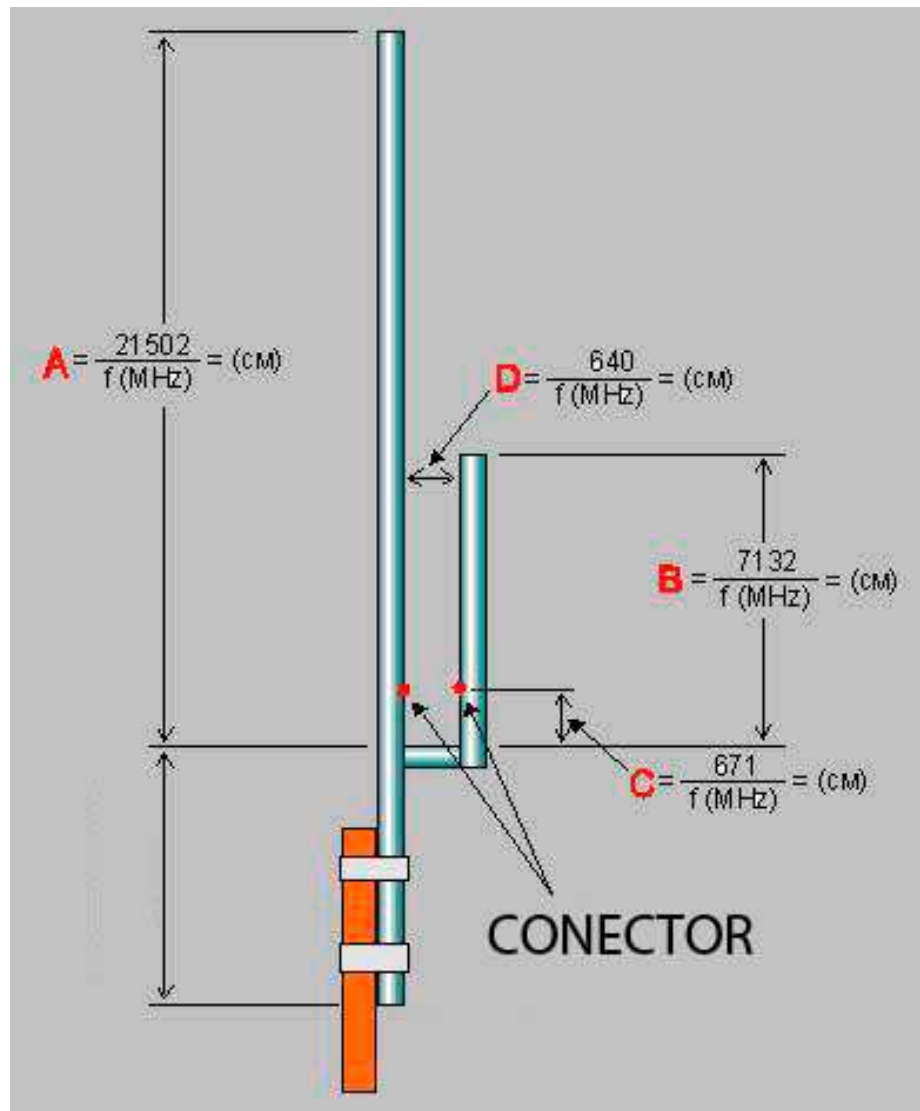
Lóbulo de radiación 3D de una Antena J



Distribución y fase de corrientes de Antena J



Antena tipo J. Fórmulas de cálculo para la fabricación



La frecuencia escogida, ya que se encuentra libre y mantiene una distancia de 200 kHz por arriba y por abajo con las contiguas, ha sido 89.2 MHz. Por tanto, en nuestro caso, las medidas serán:

$$A = 21502 / 89,2 = 241,05 \text{ cm.}$$

$$B = 7132 / 89,2 = 79,95 \text{ cm.}$$

$$C = 671 / 89,2 = 7,52 \text{ cm.}$$

$$D = 640 / 89,2 = 7,17 \text{ cm.}$$

Diseño real:



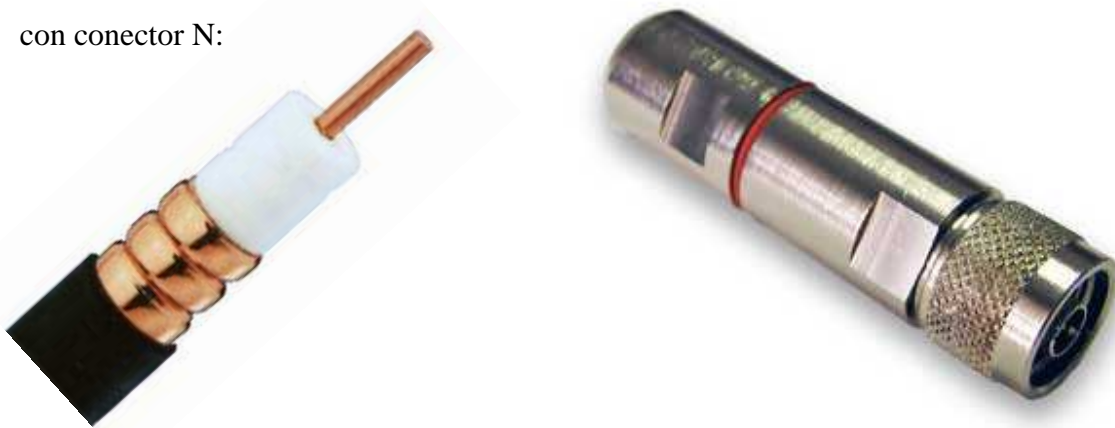
En la imagen se puede apreciar el choque de RF (tramo de cable enrollado justo después de la conexión entre la antena y cable) a la hora de instalarla.



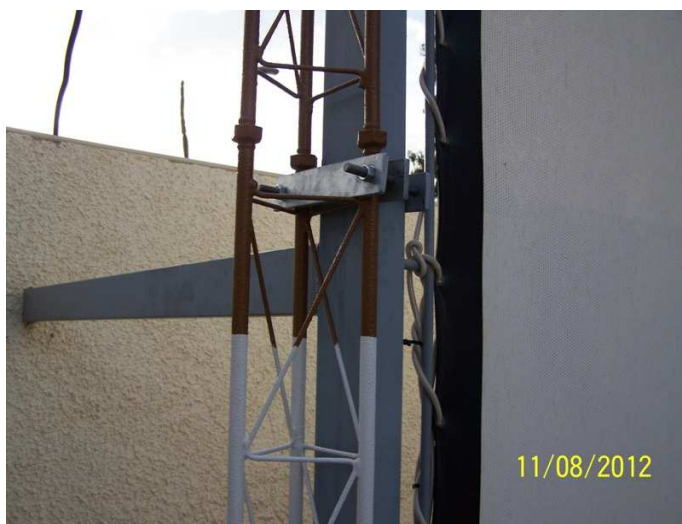


Se ha utilizado cobre (tubo de fontanería) para la fabricación. También se ha usado dos métricas de tubo: 18 mm de grosor para la parte inferior de la antena y 15 mm para la parte superior. Esto ha sido así ya que al ser bastante larga, se consigue aligerar peso en la parte superior para evitar y minimizar que sufra tensiones con el viento y por tanto sufra alguna torsión. Se ha usado una unión rápida para unir ambas partes de la antena como se puede ver en una de las imágenes anteriores.

El cable utilizado para conectar el amplificador con la antena ha sido: Celflex 1/2" con conector N:



Pasamos a mostrar la torreta que se instaló para poner la antena. Se usó torreta en tramos de 3 metros marca Televes. Un total de 3 tramos, consiguiendo una altura de 9 metros (más un mástil de 1 metro para poder agarrar la antena, un total de 10 metros). Esta estructura se ancló a otra ya previamente instalada con anclajes de acero inoxidable y tornillería también en acero. Además se soldó el inicio de la torreta a la base de la estructura metálica. Señalar también, que la torreta quedó conectada a tierra (con pica de metro y medio de cobre y cable de 10 mm) para evitar posibles rayos cuando haya tormenta.



3. ESTUDIO DE RADIO Y EQUIPOS

Toca centrarnos en el Estudio Central de Radio: instalación, distribución, cables, elementos, equipos, PCs,...



Comenzaremos enumerando todos los elementos que existen en el Estudio:

- PC central y auxiliar: contienen todo el software necesario para la automatización, grabación y emisión a través de internet (Zararadio + IcyRadio + Edcast). Ambos contienen la misma configuración por si en cualquier momento falla, tener el otro listo para reemplazarlo.
- Mesa de mezclas central y auxiliar: a la cual se conectan todos los elementos de sonido, tales como, micrófonos, captador telefónico, PCs, otros equipos de sonido...



- Modulador FM (Generador estéreo + modulador-excitador FM): en el esquema que aparece en la siguiente página aparece como un solo elemento, pero en realidad hablamos del generador de estéreo (señal MPX) más el modulador-excitador de FM. (Véase en el punto 4 y 5 de la memoria donde se explica de forma detallada cada uno de estos equipos respectivamente)

- Amplificador 300 W: una vez generada la señal FM completa se amplifica y se envía a la antena. (Véase en el punto 6 de la memoria)
- Cableado: los cables más usados para conectar todos los elementos de audio han sido:

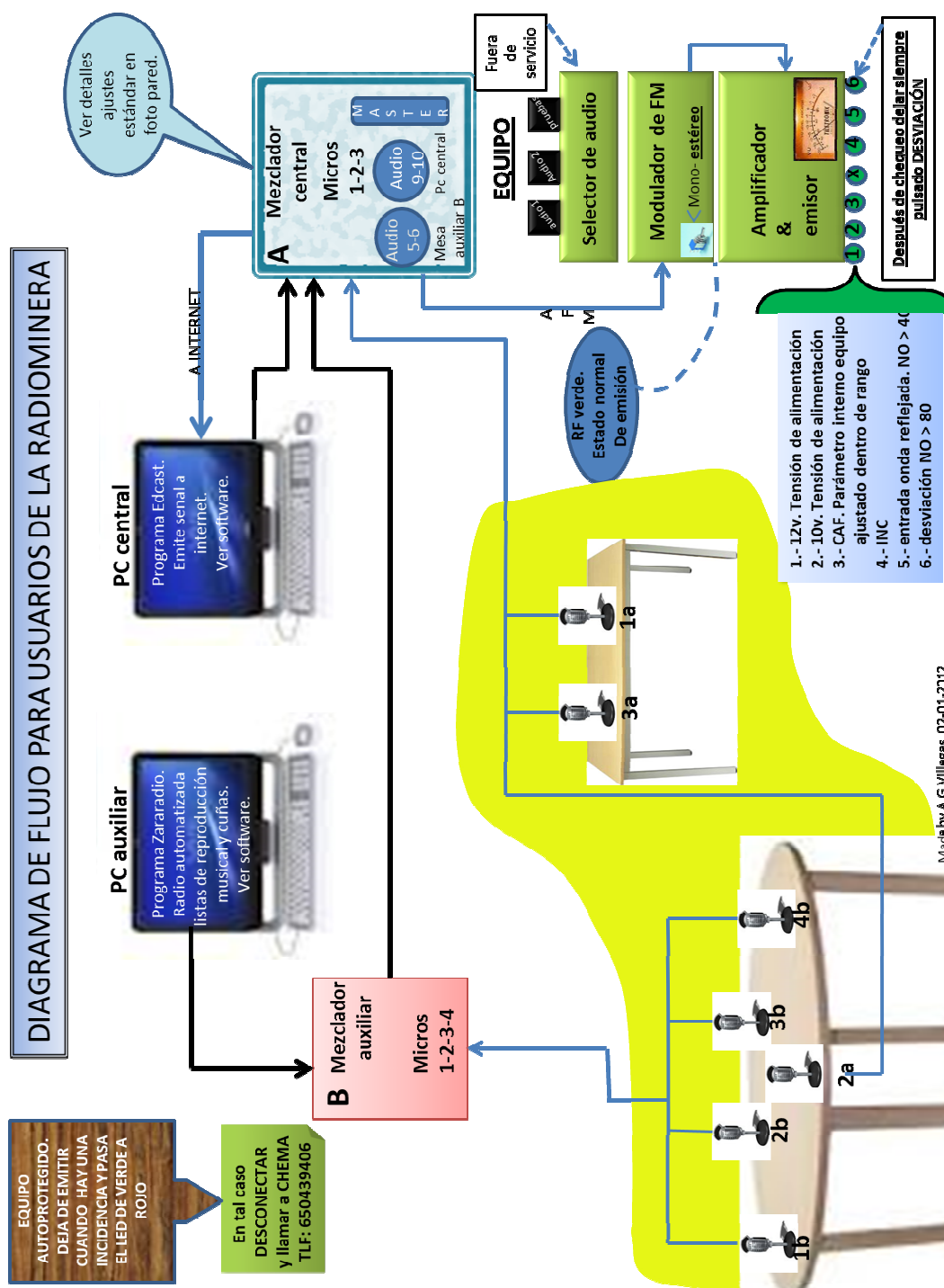


- 7 micrófonos dinámicos (600 ohms).



- 7 cascos/auriculares.

- Captador telefónico de línea fija (véase en el punto 8 de la memoria).
- RDS encoder: este equipo se instalará dentro del generador de estéreo para conseguir sumar a la señal MPX, el piloto de RDS (Radio Data System), para que aparezca el mensaje en las radios de los coches (siempre y cuando admitan RDS). (Véase en el punto 7 de la memoria)



4. GENERADOR SEÑAL MPX

El equipo escogido es el Generador de Estéreo Supertauro GE-90A fabricado por ITAME, S.A.

4.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EQUIPO

El generador de estereofonía 90A, es un equipo realizado según la más moderna tecnología. Suministra la señal multiplex necesaria para la transmisión estéreo.

Puede suministrar una señal multiplex estéreo o una señal mono semisuma de los dos canales, ambas con preénfasis de 50 useg. El modo de funcionamiento mono/estéreo es seleccionable mediante conmutador en el panel frontal o mediante control remoto. En el caso de corte de red, al volver ésta, el equipo continuará en el modo de funcionamiento que estuviera antes del corte.

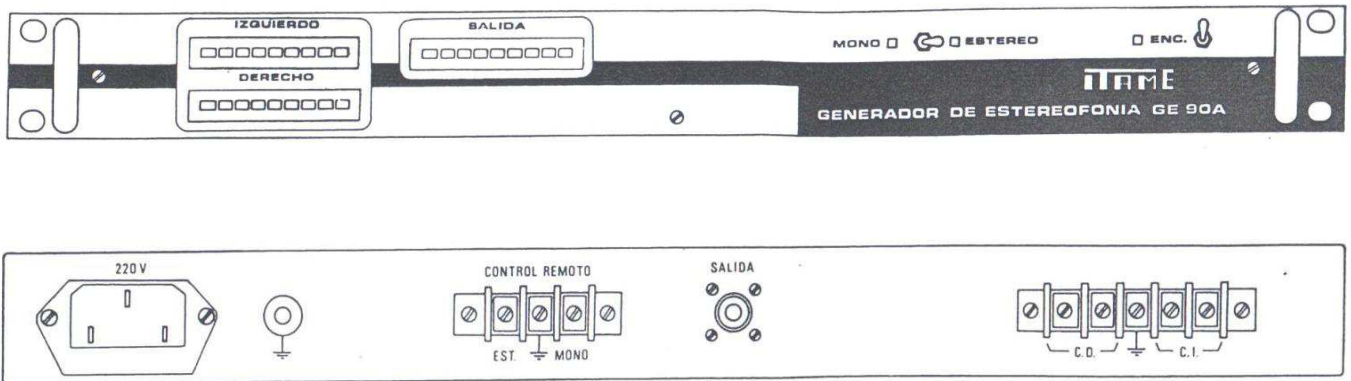
Dispone de un panel frontal de tres medidores tricolor (barra de leds de diez elementos) con el que en todo momento se visualizan las señales de entrada (izquierda y derecha) y la salida.

Los vúmetros de medida de ambos canales de entrada están ajustados con balística de vúmetro, de forma que el OVU, corresponde a un valor medio de programa de +4dBm. Sin embargo, el medidor de salida realiza la función de picómetro estando calibrado en tanto por ciento de forma que el 100% corresponde a 3,5 Vpp de salida 100% de modulación, el cual se obtiene con un nivel de +12dBm/400 Hz.

Las conexiones de entrada y salida se encuentran en el panel posterior siendo por regleta para las entradas de audio y en el control remoto. La salida es por conector BNC hembra.

El generador de estereofonía 90A es un equipo compacto y fiable de bajo mantenimiento diseñado para ser empleado con los excitadores de FM y Radioenlaces ITAME, manteniendo estos equipos las excelentes características del Generador de estereofonía.

Imagen frontal y trasera del equipo:



4.2. DIAGRAMA DE BLOQUES

Una frecuencia de oscilación alta de 5.320 kHz que garantiza una buena estabilidad se divide entre 10 para obtener los 532 kHz que es la frecuencia de conmutación del G.E. Esta frecuencia es 14 veces 38 kHz y es la frecuencia que genera la secuencia de conmutación mediante un registro de desplazamiento de 8 bits cuya salida paralela ataca mediante unos buffers al circuito de conmutación.

Del registro de desplazamiento obtenemos una señal de 38 kHz que dividimos entre dos para obtener una señal cuadrada de 19 kHz. Esta señal ataca a través de un buffer a un filtro del que obtendremos la señal sinusoidal de 19 kHz necesaria para la demodulación de la señal estéreo.

Las entradas de audio pasan a través de un filtro de R.F para limpiar la señal de audio de las interferencias de R.F. que suelen producirse en los centros emisores donde existen fuertes campos de radiofrecuencia.

La entrada balanceada por transformador pasa a través de un amplificador de ganancia ajustable. A continuación una trampa de 19 kHz evita que progresen señales de audio de esta frecuencia que confundirían en el equipo receptor al decodificador por estar mezclado con la señal de 19 kHz propia del generador de estereofonía.

El circuito de preénfasis de 50 useg y un filtro paso bajo de 15 kHz dejan la señal de audio en condiciones de ser procesada por el circuito de conmutación que genera la señal estéreo.

El circuito de conmutación toma 14 muestras de audio cada ciclo de 38 kHz, estas muestras tomadas de un array de resistencias contienen información de los dos canales izquierdo y derecho con los pesos asociados a cada muestra, siendo complementarios los pesos relativos a cada canal, de acuerdo con la función sinusoidal.

La señal que sale del circuito de conmutación es amplificada y filtrada para eliminar las componentes de conmutación (532 kHz).

A esta señal se le suma una pequeña parte de las señales de entrada para corregir la separación de canales y la señal de 19 kHz enganchada en fase con la señal de 38 kHz y es de donde se toma la señal multiplex.

La señal mono se obtiene sumando las señales de entrada antes del circuito de conmutación.

4.3. FUNCIONAMIENTO

El equipo está pensado para un rack de 19 pulgadas que deberá estar bien ventilado y deben evitarse variaciones bruscas de temperatura.

Su conexionado es muy simple, la entrada de red está lista para conectar con un cable autónomo, las entradas de audio deben ser mediante cables apantallados dando tierra a las mallas en el punto de masa de la regleta de entrada al ser posible con terminales de horquilla.

La salida de señal multiplex será efectuada con cable coaxial RG-58 o RG-174, con conector BNC, dicho cable será lo más corto posible.

Posee un control remoto el cual se conecta por medio de una regleta situada en la parte posterior de 3 puntos. Este control nos efectuara el cambio mono-estéreo dando una tierra (punto central de la regleta) siendo la capacidad máxima de corriente 10 mA.

El equipo se conecta a una toma de masa con tierra siendo la tensión de alimentación de 220 V. AC. El fusible (1A) se encuentra incorporado en el conector de red del equipo (hembra).

Además posee un interruptor de encendido/apagado.

5. MODULADOR - EXCITADOR FM

El equipo escogido es un Modulador-Excitador de FM “Supertauro 90D” fabricado por ITAME, S.A.

5.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EQUIPO

El Excitador ITAME, Mod. SUPERTAURO, es un nuevo modelo que viene a completar la gama de transmisores TAURO en la parte de baja potencia. Es capaz de entregar una potencia de 22 W a una carga de 50 ohms en cualquier canal de la F.M. comercial (de 87,5 a 108 MHz) y a intervalos de 2,5 kHz.

Presenta como especial cualidad su bajísima distorsión (típica de 0,05 %) y su óptima relación señal ruido (típica de 80 dB). Esto se ha conseguido con un novísimo Sintetizador y el empleo de un Oscilador Modulador de altas prestaciones.

Admite modulación de frecuencia a partir de una señal de audio de nivel estándar (desviación ± 75 kHz de la portadora, para una señal de entrada de +12 dBm a 400 Hz). La impedancia de entrada de audio es de 600 ohms equilibrados.

Dicha entrada de audio incorpora un preénfasis de 50 useg. Así mismo, el equipo puede ser modulado por la señal MPX proveniente del Generador de Estereofonía ITAME, o bien por una o dos subportadoras (41 y 67 kHz) además del canal principal.

Por consiguiente, el Excitador FM ITAME Mod. SUPERTAURO, puede ser utilizado para atacar directamente el paso final de cualquier transmisor de F.M. que no precise una potencia de excitación mayor de 22 W; o bien, directamente una antena, si no se precisa de mayor potencia.

La frecuencia de salida puede variarse muy fácilmente, en caso necesario, pues el corazón del equipo es un sintetizador de frecuencia.

Es de destacar que la precisión y la estabilidad de la frecuencia de salida dependen únicamente del oscilador de referencia. Este oscilador es capaz por si solo de conferir al equipo una estabilidad de frecuencia mejor de 1 ppm en toda la banda de F.M. comercial.

Otra cualidad muy importante de este equipo es que toda la labor de mantenimiento, incluso de cambio de frecuencia, así como gran parte de las averías que puedan presentarse, puede resolverse con la única ayuda del aparato de medida del propio equipo. En efecto, los circuitos de medida y control han sido objeto de una atención principal en el diseño, con vistas a conseguir una gran facilidad de servicio.

Igualmente, la parte mecánica ha sido concebida con vista a obtener un equipo compacto (ocupa solo 2 unidades de rack standard de 19 pulgadas), robusto y de gran accesibilidad a todos los módulos y componentes internos. La distribución de los diferentes circuitos en módulos herméticos a la radiofrecuencia, asegura una radiación parasita del equipo extraordinariamente baja, a la vez que hace al excitador insensible frente al potente campo de RF creado por el propio transmisor, evitando realimentaciones indeseadas.

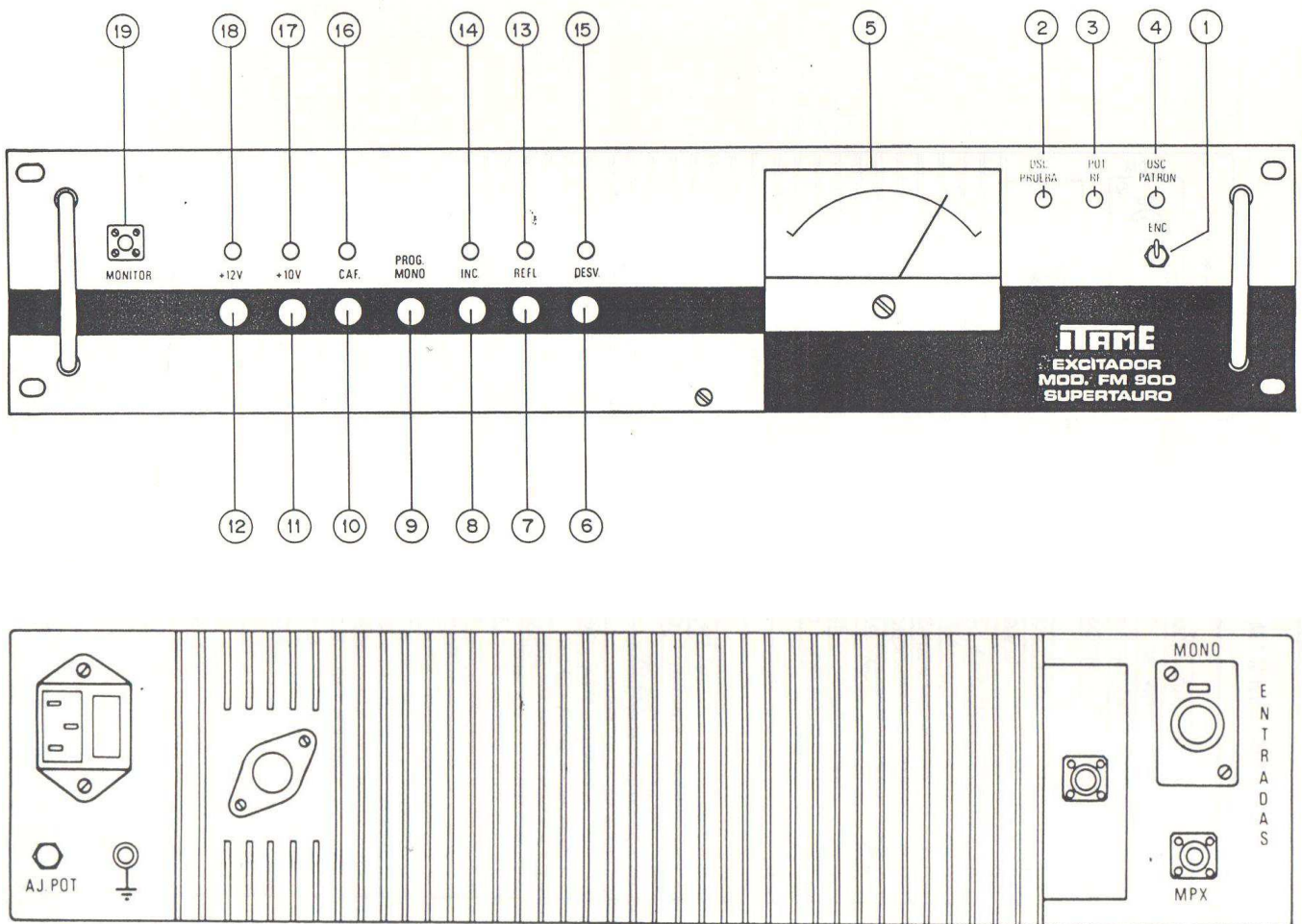
La fuente de alimentación es igualmente robusta y fiable: un transformador especial, de núcleo toroidal, asegura una dispersión de flujo extraordinariamente baja, y con ello una disminución de nivel de zumbido presente en la señal; es decir, una mejora notable en la relación S/R. todos los componentes de la fuente han sido sobredimensionados largamente, encargándose de la regulación de tensión un circuito integrado de potencia, completamente protegido contra sobrecargas e incluso contra cortocircuitos directos.

El equipo resiste también perfectamente, desadaptaciones fuertes en la carga, incluso el cortocircuito o circuito abierto, y puede funcionar entre -15° y 60° C.

En resumen: El Excitador de FM ITAME Mod. SUPERTAURO es un equipo compacto, versátil, robusto y fiable en cualquier condición de trabajo.

Este equipo se monta de serie en los transmisores ITAME y cumple las normas de calidad más rigurosas.

Frontal y trasero del equipo:



5.2. DIAGRAMA DE BLOQUES

Está compuesto por los siguientes bloques:

- MODULADOR SINTETIZADO:

A este módulo se incorporan dos circuitos diferenciados por su función.

- o SINTETIZADOR:

Esta etapa contiene todas las partes necesarias para la generación de frecuencia de un sintetizador.

En primer lugar tenemos el oscilador de referencia que nos va a dar la estabilidad del sistema. El circuito proporciona una señal de 6,4 MHz con una estabilidad de 1 ppm.

En caso de oscilador exterior se montara ajeno al sintetizador siendo este un cristal compensado por temperatura, posee un ajuste visible al levantar su capuchón el cual se quita girando y tirando hacia arriba (bayoneta). Su estabilidad en frecuencia es de 0,1 ppm su frecuencia es 6,4 KHz y 9,5 Vpp de salida. Si el oscilador está incluido en el sintetizador C1 proporciona el ajuste fino de frecuencia y es el único ajuste de la etapa lo que la convierte en circuito fiable y de fácil sustitución y mantenimiento.

La señal de Radio Frecuencia proveniente del VCO ataca el IC1 que efectúa una división por 100-101 que en unión de IC2 permite efectuar una división del tipo NONIUS de absoluta fiabilidad.

A IC3 le entran dos señales perfectamente diferenciadas, la de RF dividida por IC2 y la de referencia del oscilador.

Estas dos señales son divididas en su interior y convertidas en la señal de comparación de 2,5 kHz.

El comparador de fase interior nos proporciona en las salidas 12 y 14 tres estados diferentes, dependiendo de que la frecuencia de RF sea mayor igual o menor que la deseada.

Un filtro paso bajo pasivo de segundo orden nos proporciona la tensión de sintonía que en unión de la proveniente de la etapa de audio ataca al VCO para proporcionar la frecuencia deseada.

Finalmente un circuito se ha puesto en el diseño del filtro paso bajo en el cual se ha utilizado condensadores de alta estabilidad y bajas perdidas lo que unido al uso de dos conmutadores y a la alta estabilidad del propio VCO permite en funcionamiento normal considerar el condensador C14 como una pila alimentando la sintonía del VCO lo que nos proporciona un muy bajo nivel de ruido de baja frecuencia, así como la eliminación de la

frecuencia de comparación que permiten obtener señal ruido de 80 dB en el sistema.

- OSCILADOR MODULADOR (VCO)

El VCO nos proporciona una señal de RF entre 87,5 y 108 MHz con un nivel de +18 dBm.

Esta etapa consiste básicamente en un oscilador formado por IC6 y la circuitería necesaria para dar la pureza espectral necesaria para conseguir una relación señal ruido mayor de 80 dB.

El potenciómetro P1 centra la frecuencia de trabajo y los diodos D708 son atacados por la señal proveniente de la etapa de CAF a fin de mantener estable la frecuencia y efectuar la modulación.

TR1 y TR2 son dos amplificadores de banda ancha que obtienen la salida necesaria para atacar a la etapa de potencia.

La entrada de audio ataca a los diodos D5 y D6 consiguiéndose una desviación en frecuencia del oscilador.

- OSCILADOR DE REFERENCIA

Este oscilador ofrece una gran estabilidad a corto y largo plazo. Su termostato es por triple cámara de aislamiento anticonvectivo.

Su funcionamiento se basa en un circuito de reactancia variable en función de la temperatura que modifica convenientemente la capacidad de resonancia del cristal, cuya frecuencia de oscilación es de 6,4 MHz.

Se caracteriza por un pequeño consumo y un tiempo de puesta a régimen prácticamente nulo.

- ETAPA DE POTENCIA

Esta etapa de potencia es un circuito amplificador de banda ancha (87,5 a 108 MHz) formado por dos pasos amplificadores. Un primer paso compuesto por el

transmisor TX1 funcionando como preamplificador en clase A. este paso ataca al siguiente mediante un transformador de tipo bifilar que adapta su salida a 50 ohms.

El segundo paso es un módulo de amplificador de potencia que incorpora internamente dos pasos de amplificación en RF con alimentaciones independientes e impedancia de entrada y salida de 50 ohms. Este módulo es capaz de suministrar hasta 22 W de salida con 100 mW de entrada.

La alimentación del preamplificador y de los dos pasos del módulo es de 12,5 Vcc, aunque el paso preamplificador es alimentado independientemente por un punto serigrafiado como PP1, a través de un potenciómetro, lo que permite variar la potencia de salida de forma continua entre 5 W y 25 W, siendo la potencia típica y recomendable de trabajo de 22 W.

Se incorpora un circuito de medida para la potencia directa y reflejada a salida del módulo.

La entrada es por conector BNC hembra y la salida por conector N hembra y las impedancias de entrada y salida son ambas de 50 ohms.

- FUENTE DE ALIMENTACION

Un cuidado muy especial se ha puesto al incorporar la fuente de alimentación al equipo de forma que pueda trabajar a las más duras condiciones, y todos los componentes han sido sobredimensionados.

Consta de un transformador toroidal que permite tener una baja dispersión de flujo seguido de un puente rectificador y un filtro capacitivo.

Un primer regulador monolítico nos proporciona la tensión de 12 V que alimenta las partes de potencia del equipo pudiendo aguantar todo tipo de sobrecarga incluido el cortocircuito.

A partir de esta tensión un segundo regulador con doble estabilización nos proporciona la tensión de 10 V que alimenta las partes más sensibles del equipo.

P1 efectúa el ajuste fino de esta tensión.

La fuente incorpora asimismo fusible y protección de RF.

- **PLACA DE SEÑALIZACION Y ALARMAS**

Un teclado de 7 teclas independientes, junto con 6 alarmas de leds y un aparato de medida permite el chequeo rápido y preciso de los distintos parámetros básicos para el correcto funcionamiento. Las alarmas internamente avisan de cualquier anomalía.

Estas medidas y alarmas son:

- a) +12 V: al pulsar esta tecla se obtiene su medida en el aparato de medida. Si fallase esta tensión, parpadearía su alarma correspondiente.
- b) +10 V: igual que la anterior.
- c) CAF: al pulsar la tecla, la medida debe estar dentro del margen correspondiente del aparato de medida (zona roja CAF). Al encender el equipo parpadeara durante unos segundos, tiempo necesario para el enganche del VCO. La alarma se activara en caso de avería.
- d) PROGRAMA MONO: al pulsar esta tecla se obtiene una lectura directa de la entrada MONO.
- e) INCIDENTE: al actuarse nos dará la lectura de la potencia entregada a la carga. Su alarma se actuara si por cualquier causa descendiera la potencia por debajo de 5 W.
- f) REFLEJADA: ídem a la anterior pero para potencia reflejada por la carga.
- g) DESVIACION: su actuación nos da en el medidor una verdadera medida de desviación, ya que este obtendrá directamente de la salida del VCO. Su alarma se actúa cuando se sobrepasan los +14 dBm.
- h) OSC.PRUEBAS: esta alarma indica que dicho oscilador ha sido conectado.

- i) POT. DE RF: es una alarma que se apaga cuando la potencia desciende de 5 W.
- j) OSC. PATRON: es una señalización que se enciende cuando el equipo está conectado a la red.

De todos estos circuitos, merece especial atención el medidor de nivel de modulación. Se trata de un verdadero medidor de desviación de frecuencia simplificado, construido a base de circuitos integrados.

- UNIDAD DE ENTRADA

Está constituida básicamente por dos pasos amplificadores CI2 y CI1 realizados con circuitos operaciones de muy bajo nivel de ruido. Dispone de tres entradas, las cuales son sumadas en CI1:

- a) ENTRADA MONO: es balanceada por transformador y se ajusta su nivel mediante P1. El preénfasis se realiza con R15-R16-R17-R21-C10 y C1. El nivel para 100% de desviación debe ser de +12 dBm a 400 Hz.
- b) ENTRADA ESTEREO: es asimétrica y se ajusta con P2 para que con 3,5 Vpp de señal compuesta, la desviación producida sea el 100%.
- c) ENTRADA AUXILIAR o SUPERPORTADORA: es asimétrica y se ajusta con P3 para que con 3,5 Vpp de señal compuesta, la desviación producida sea del 100%. Puede utilizarse opcionalmente para subportadoras.

5.3. FUNCIONAMIENTO

INSTRUCCIONES GENERALES

El Excitador Mod. Supertauro es un equipo instalado en un rack de 19 pulgadas con un peso total de 7 Kg. El equipo se instalara en un lugar donde la temperatura no exceda el margen de 0° a 50° C. La toma de red debe disponer de una base de enchufe con tierra y una capacidad de 60 W mínimo. El equipo se debe conectar a 220 V.

Para la salida de RF se necesita un conector “tipo N” de 50 ohms. Modelo UG-218-U o similar, y el cable coaxial también de 50 ohms. Un cable adecuado es el RG-213/U o RG-8. Una vez ensamblado cable y conector, se medirá para ver que no existe cortocircuito entre malla y alma.

El cable de audio será de 2 hilos y pantalla. Esta será lo más tupida posible. Este cable se soldara en el conector macho tipo “Cannon” que suministra el fabricante.

PROGRAMACION DE FRECUENCIA

El Excitador puede proporcionar cualquier frecuencia en la banda de 87,5 a 108 MHz.

Para hacer el cambio de frecuencia, se realizara en tres fases:

- Programación del Modulador Sintetizado:

Ejemplo:

Programar la frecuencia a 100.8 MHz, al levantar la tapa del Modulador Sintetizado nos encontramos con unos micro interruptores los cuales se usaran para programar la frecuencia.

$$Fr = 100.8 \times 400 = 40320$$

Este resultado lo separamos en dos grupos (a1 a2 a3 a4 a5 a6 a7 b1 b2 b3 b4 b5 b6 b7 b8 b9)

$$403 = b1...b9 \qquad 403 = 256 + 128 + 16 + 2 + 1 \text{ (110010011)}$$

$$20 = a1...a7 \qquad 20 = 16 + 4 \text{ (0010100)}$$

Ya con esta codificación binaria se activan o desactivan los micros interruptores.

- Ajuste de la tensión CAF:

Se pulsara la tecla de CAF y se ajustara la frecuencia con un destornillador aislante, el potenciómetro P1 del Modulador Sintetizado hasta que la aguja del medidor este en la zona central, en este momento se habrá apagado el piloto (alarma) de CAF.

- Ajuste del índice de modulación.

6. DISEÑO AMPLIFICADOR LINEAL DE POTENCIA: DATASHEET, DIAGRAMA DE BLOQUES, FUNCIONAMIENTO, ETC...

AMPLIFICADOR 300 W 88-108 MHz

INTRODUCCIÓN

El amplificador se ha desarrollado con un par de transistores TP 9383 en configuración push-pull. TP 9383 es un transistor doble de silicio epitaxial difuso que hace uso de metalización de oro y resistencias lastre difusas para una larga vida operativa y muy robusta, sus especificaciones básicas son:

Vcc 28 V rendimiento del 75 % en 108 MHz y una potencia de salida de 150W con G – 9,2dB y Po 150W.

CONSIDERACIONES DE DISEÑO

El rendimiento total es la combinación de una buena eficiencia de colector y alta ganancia de los transistores y para eso deben ser operados en clase C y la impedancia de carga debe coincidir con la impedancia de salida de los transistores, a plena potencia los amplificadores CLASE C no son lineales.

El contenido de armónicos en la salida de este tipo de amplificadores puede ser muy alto y suponer un derroche de energía con una reducción importante en la eficiencia.

Este hecho hace ventajoso el uso de amplificadores balanceados. En tal disposición, en este circuito todos los armónicos están en gran parte suprimidos y minimizan el desperdicio de energía. Los amplificadores Push-pull para el funcionamiento de RF tienen también las ventajas adicionales de la conexión en serie de la impedancia de entrada y salida de 2 transistores.

Esto hace considerablemente más fácil, la sintonía, adaptación de las impedancias de entrada y salida del par de transistores. Sin embargo, como la transformación de impedancia es menor, las pérdidas de potencia de RF son más pequeñas y mayor la ganancia y la eficiencia. Otra consideración importante en el diseño de un amplificador de FM es su robustez.

Los transmisores de FM trabajan 24 horas al día, a veces controlados remotamente y en difíciles puntos de acceso. El punto de funcionamiento de los transistores debe ser elegido de forma conservadora y el calor correctamente evacuado.

Un control térmico debe incorporarse al sistema. El amplificador debe también ser capaz de soportar VSWR a la salida. Aunque todos los transmisores incorporan la protección VSWR en sus sistemas interlock, el amplificador debe ser diseñado con la capacidad de soporte de VSWR 3:1 como mínimo.

Este punto puede ser muy determinante cuando se considera que en un circuito de alta eficiencia la oscilación de voltaje de colector puede estar cerca de 3 V. Sabido es que, con la variación de tensión colector varía la impedancia de salida.

DESCRIPCIÓN DEL CIRCUITO

En la entrada del amplificador hay un balun de 2 secciones, 1:1 no balanceado ha balanceado y otro 4:1 balanceado – balanceado.

La primera sección. L1, consta de una longitud corta ($\sim 1/20$ de landa) de cable coaxial semi-rígido 50 Ohm. El conductor exterior del cable coaxial a masa en el lado de entrada y flotante en la salida.

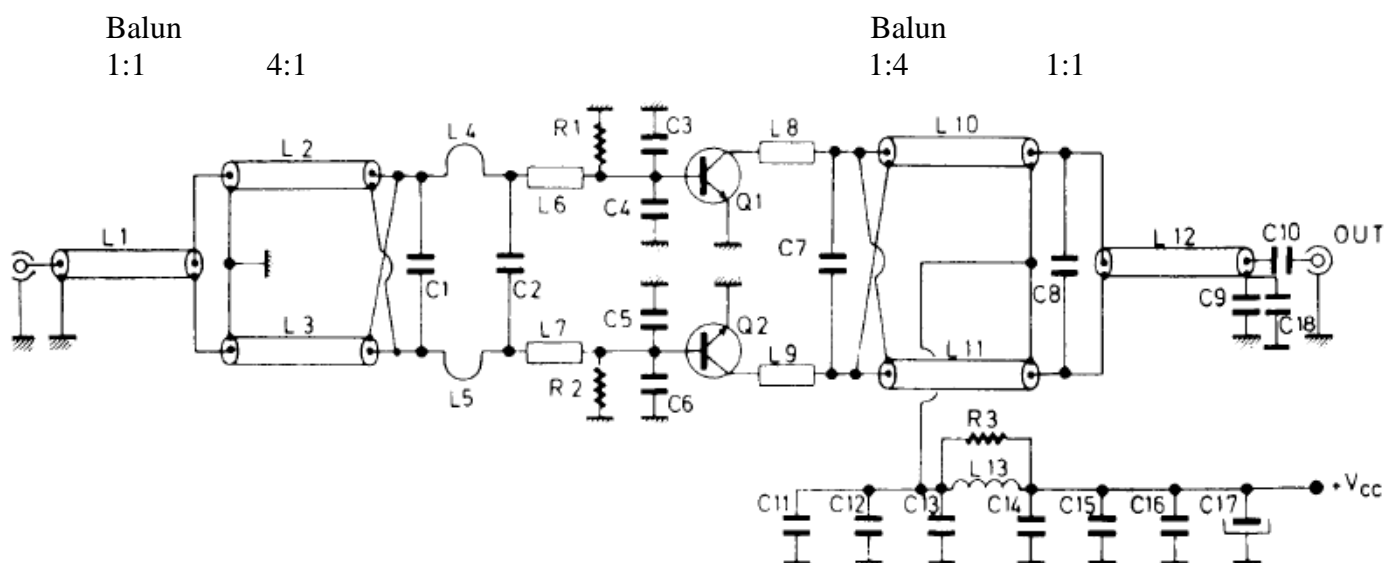
La segunda sección del balun consta de dos cables coaxiales idénticos, L2 y L3, de la misma longitud que L1, pero con 25 Ohm de impedancia característica. Los extremos de estos dos coaxiales están interconectados en serie en el lado de entrada (ofreciendo así 50 Ohm de impedancia a L1) y en paralelo en la sección de salida.

La impedancia equilibrada combinada será por lo tanto, 12,5 Ohm en la salida del balun. La impedancia de entrada del par de transistores Q1 y Q2 se transforma a 12,5 Ohm ($2 \times 6,25$) con la red LC representada en el esquema.

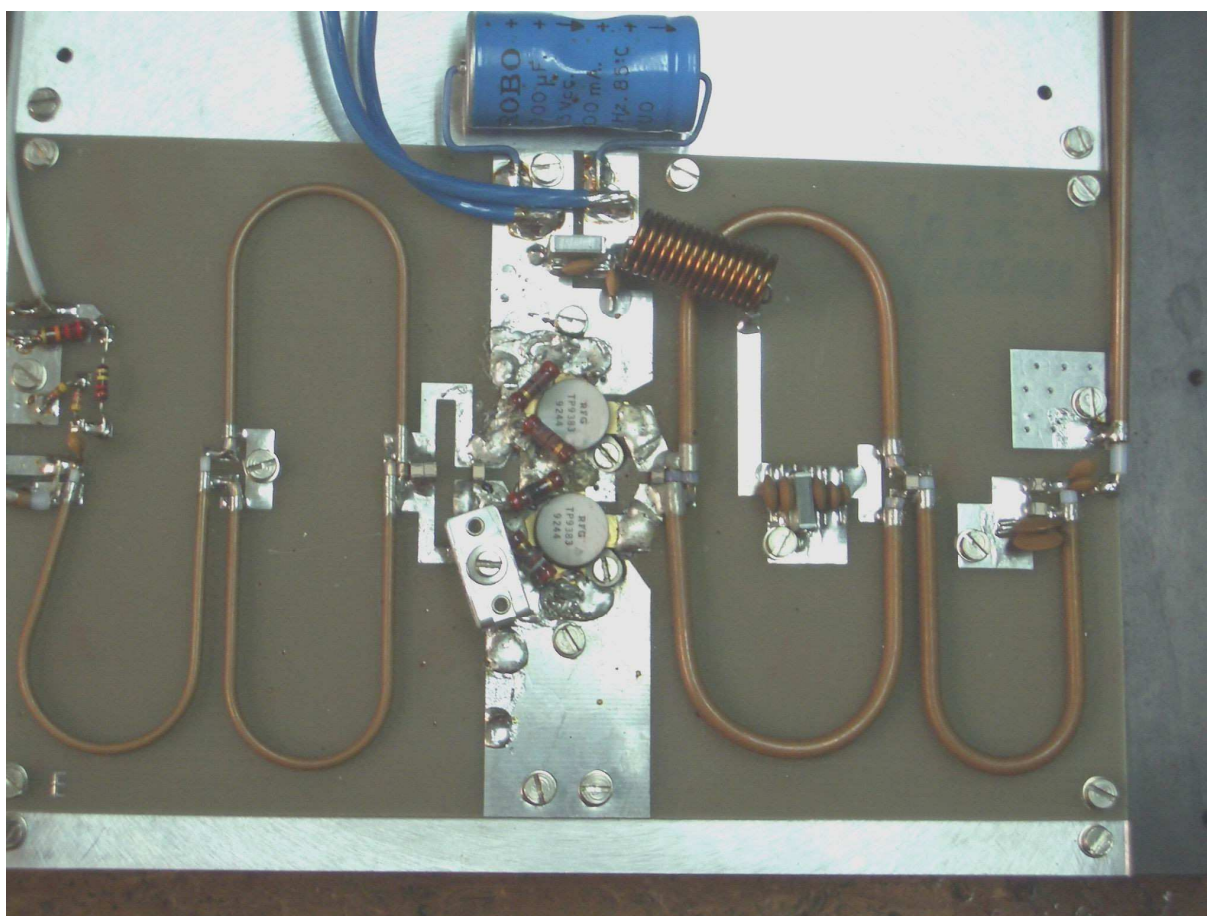
Si este balun está bien cargado, con $2 \times 6,25$ es así, capaz de trabajar en banda ancha. Sin embargo, en este caso, la red LC que transforma las impedancias del par de transistores se ha optimizado sólo entre 88 y 108 MHz.

Un circuito balun similar se utiliza en la salida del amplificador. La principal diferencia con el balun de entrada es que los cables coaxiales se utilizan también en el circuito para la polarización de colector.

Se ha tenido cuidado con el desacoplo de la polarización de colector con el fin de evitar oscilaciones de baja frecuencia. La impedancia de colector es mayor que la de la base por eso la red LC de adaptación de impedancia de salida es sencilla solo con L8, L9 y C7



LISTA DE COMPONENTES	
C1	200 Pf ATC 100B
C2	220 Pf ATC 100B
C3,C4,C5,C5	470 Pf ATC 100B
C7	100 Pf ATC 100B
G8	27 Pf ATC 100B
C9,C10,C11,C14	1000 Pf DISCO
C12,C15	10 KPf
C13,C16,C18	100 KPf
C17	10000MF 63V
L1	Línea 50 Ohm Teflón 3,2 mm
L2,L3	Línea 25 Ohm Teflón 3,2 mm
L4,L5	Línea impresa 18 x 3 mm
L6,L7	Línea impresa 5 x 15 mm
L8,L9	Línea impresa 5 x 10 mm
L10,L11	Línea 25 Ohm Teflón 5 mm
L12	Línea 50 Ohm Teflón 5 mm
L13	15 su forma 8mm hilo 1,4mm
R1,R2	22 Ohm 1/2w carbón
R3	47 Ohm 2w
Q1,Q2	TP 9383

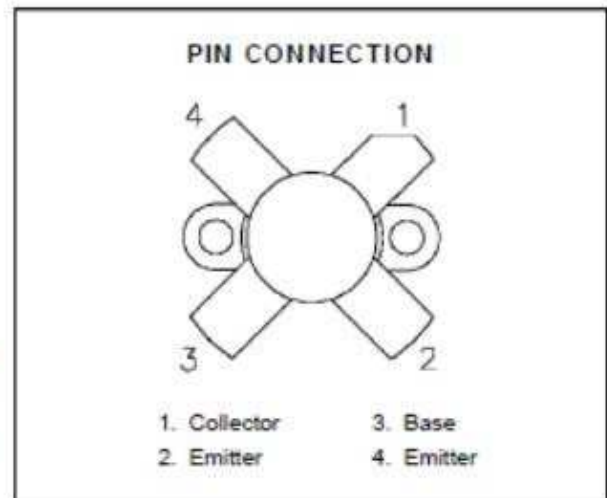
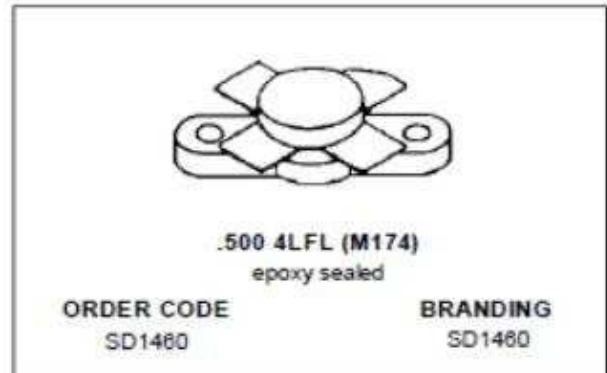


PT 9383 datasheet

- 108 MHz
- 28 VOLTS
- EFFICIENCY 75%
- COMMON EMITTER
- GOLD METALLIZATION
- $P_{OUT} = 150 \text{ W MIN. WITH } 9.2 \text{ dB GAIN}$

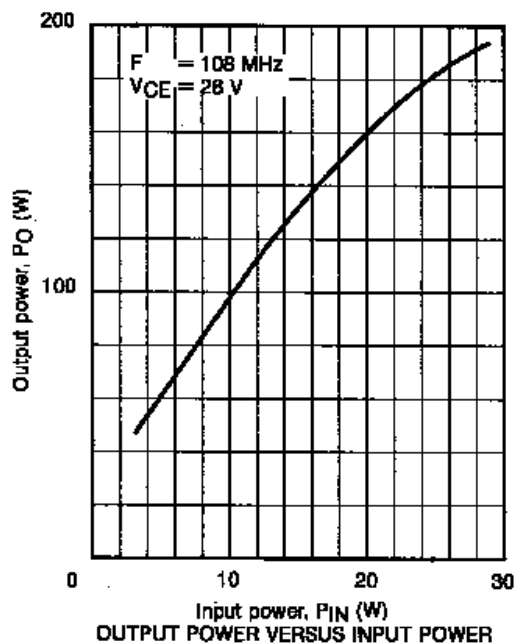
DESCRIPTION

The SD1460 is a 28 V gold metallized epitaxial silicon NPN planar transistor designed for VHF FM broadcast transmitters. This device utilizes diffused emitter resistors to achieve infinite VSWR at rated operating conditions.

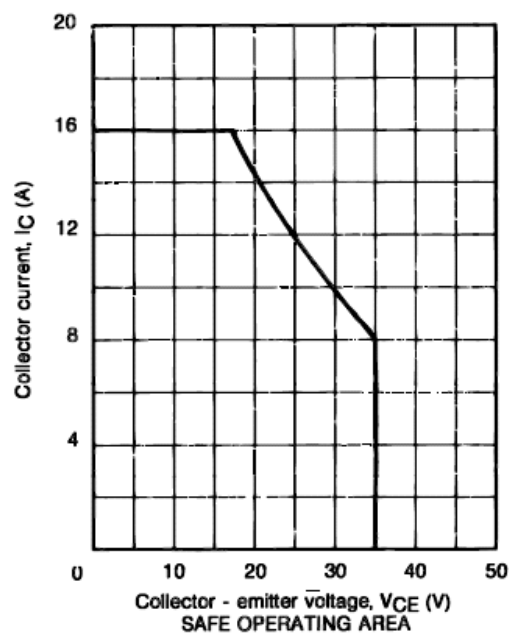


TYPICAL PERFORMANCE

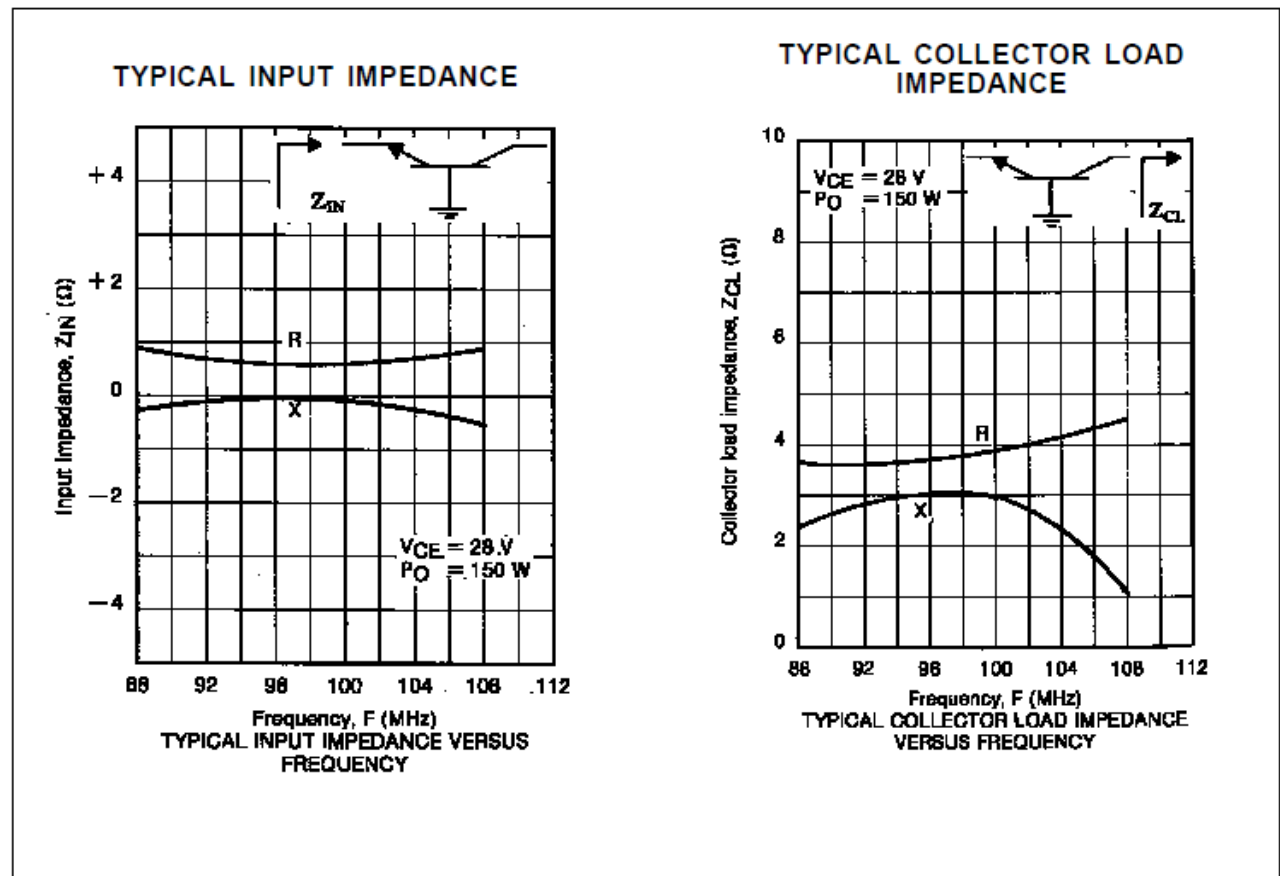
POWER OUTPUT vs POWER INPUT



SAFE OPERATING AREA



IMPEDANCE DATA



ELECTRICAL SPECIFICATIONS ($T_{case} = 25^{\circ}C$)

STATIC

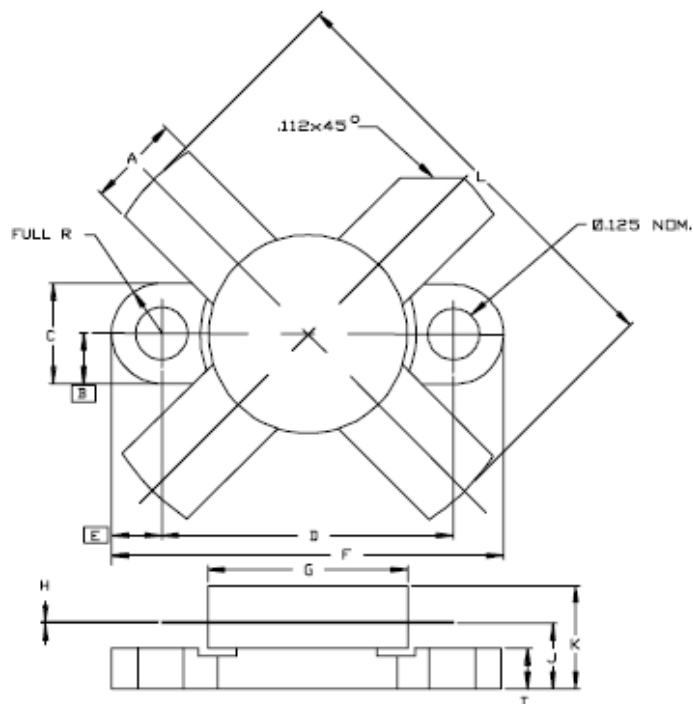
Symbol	Test Conditions		Value			Unit
			Min.	Typ.	Max.	
BV _{CBO}	I _C = 100mA	I _E = 0mA	60	—	—	V
BV _{CER}	I _C = 100mA	R _{BE} = 10Ω	55	—	—	V
BV _{CEO}	I _C = 100mA	I _B = 0mA	25	—	—	V
BV _{EBO}	I _E = 20mA	I _C = 0mA	4.0	—	—	V
h _{FE}	V _{CE} = 5V	I _C = 1A	20	—	150	—

DYNAMIC

Symbol	Test Conditions			Value			Unit
				Min.	Typ.	Max.	
P _{OUT}	f = 108 MHz	P _{IN} = 18 W	V _{CE} = 28 V	150	—	—	W
GP	f = 108 MHz	P _{IN} = 18 W	V _{CE} = 28 V	9.2	—	—	dB
η _c	f = 108 MHz	P _{IN} = 18 W	V _{CE} = 28 V	70	—	—	%
C _{OB}	f = 1 MHz	V _{CB} = 28 V		—	—	150	pF

PACKAGE MECHANICAL DATA

Ref.: Dwg. No.12-0174



SGS-THOMSON MICROELECTRONICS			CONT'D		
	MINIMUM Inches/mm	MAXIMUM Inches/mm		MINIMUM Inches/mm	MAXIMUM Inches/mm
A	.220/5,59	.230/5,84	K		.280/7,11
B	.125/3,18		L		1.050/26,67
C	.245/6,22	.255/6,48			
D	.720/18,28	.730/18,54			
E	.125/3,18				
F	.970/24,64	.980/24,89			
G	.495/12,57	.505/12,83			
H	.003/0,08	.007/0,18			
I	.090/2,29	.110/2,79			
J	.160/4,06	.175/4,45			

300 W PUSH-PULL FM TP 9383

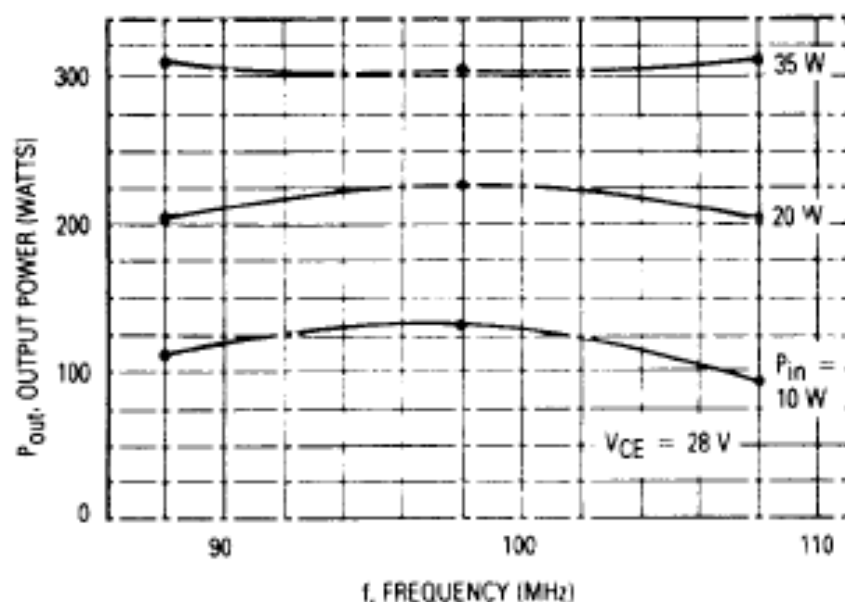


Figure 3. Output Power versus Input Power and Frequency

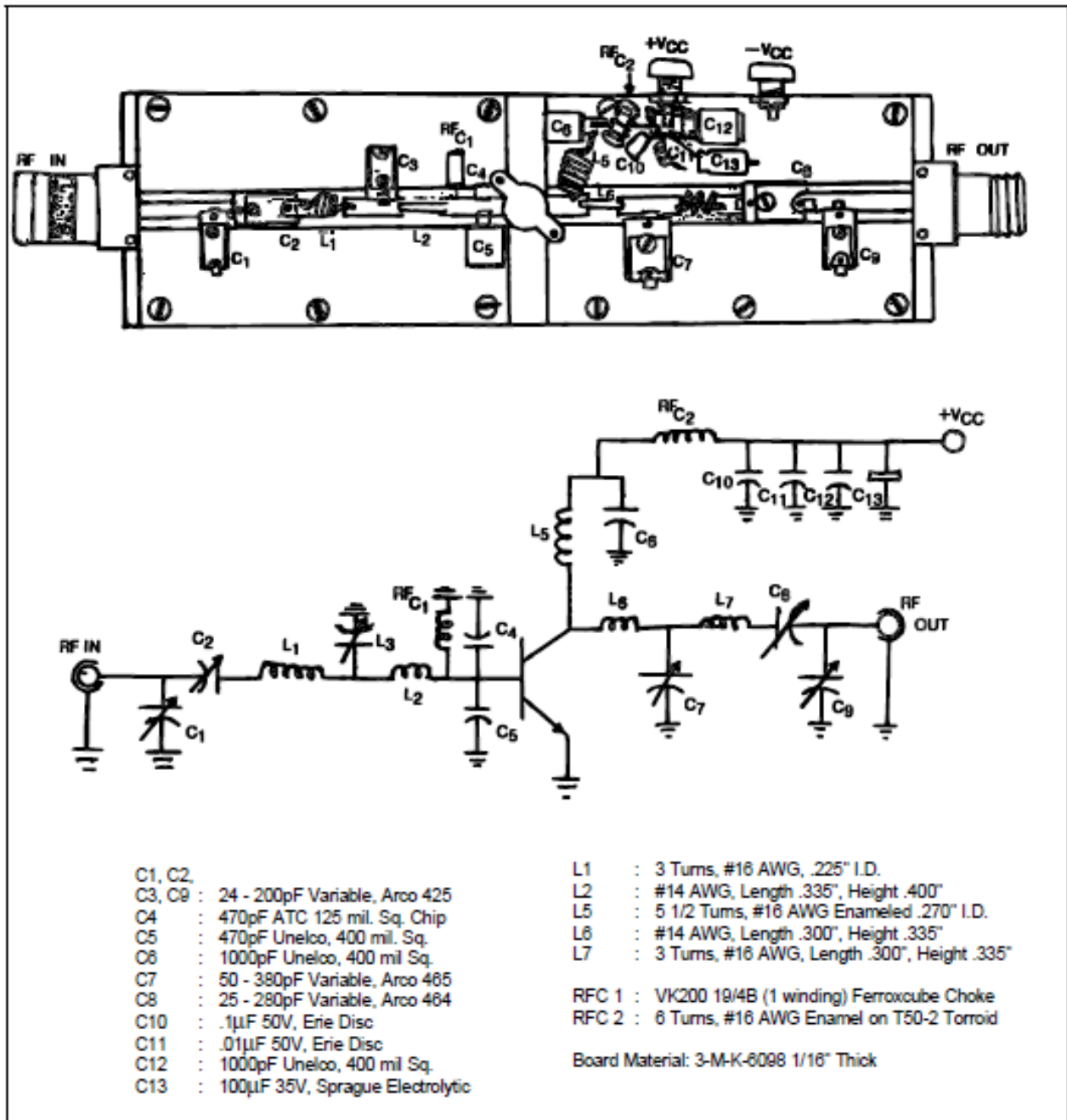
ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS ($T_{case} = 25^{\circ}C$)

Symbol	Parameter	Value	Unit
V _{CBO}	Collector-Base Voltage	60	V
V _{CEO}	Collector-Emitter Voltage	25	V
V _{CES}	Collector-Emitter Voltage	60	V
V _{EBO}	Emitter-Base Voltage	4.0	V
I _C	Device Current	16	A
P _{DISS}	Power Dissipation	230	W
T _J	Junction Temperature	+200	°C
T _{STG}	Storage Temperature	- 65 to +150	°C

THERMAL DATA

R _{TH(j-c)}	Junction-Case Thermal Resistance	0.75	°C/W
----------------------	----------------------------------	------	------

TEST CIRCUIT



7. Implementación encoder RDS (radio data system)

Toda radio comercial, por pequeña que sea, incluye el servicio de RDS. Un valor añadido para el proyecto. A continuación vemos el integrado que se compró para llevar a cabo esta tarea.



Imagen. Dispositivo RDS Encoder

RDS2 CONNECTIONS

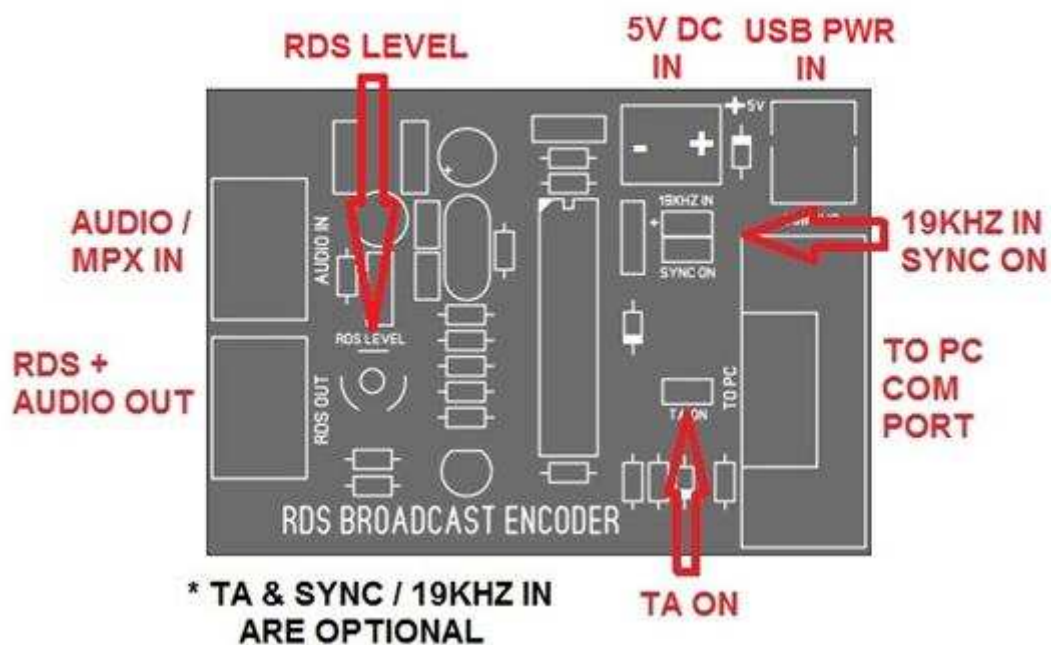
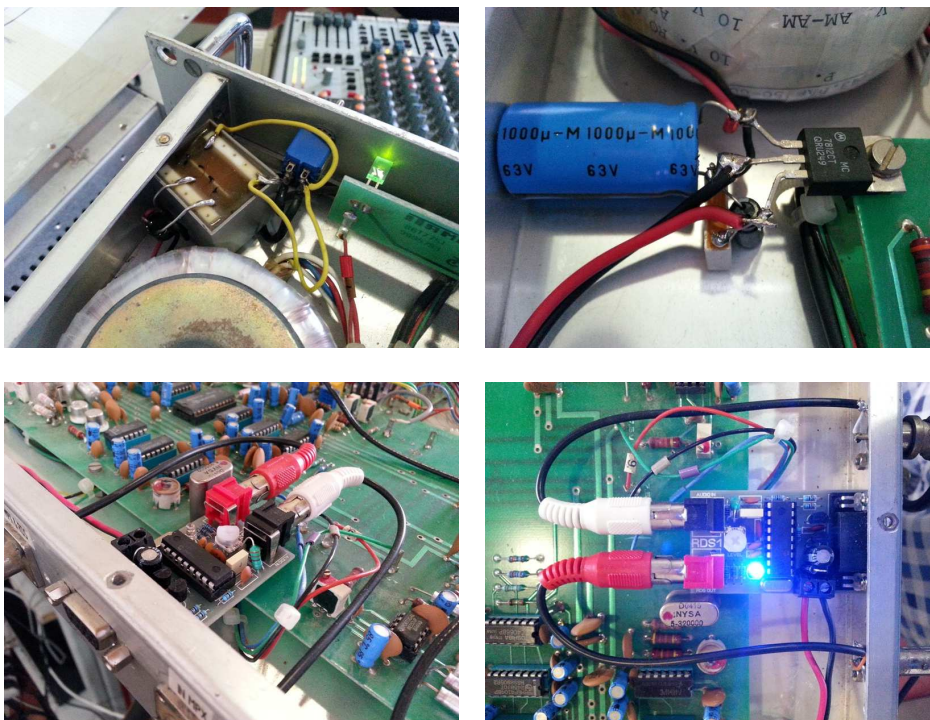


Imagen. Circuito Impreso RDS Encoder.

Una vez recibido el dispositivo se integró en el equipo del generador de estéreo. Fue necesaria el diseño e implementación de una fuente de tensión de 5 V estables para alimentar el RDS.



Al ser un dispositivo totalmente autónomo e independiente, se colocó, en el trasero del equipo generador de estéreo, un baipás, para que si el RDS se estropea o avería, pueda seguir funcionando la emisión de radio sin RDS y sin la necesidad de desmontar el equipo.



Interfaz del software de programación del RDS Encoder:

The screenshot shows a software window titled "RDS Encoder". Inside, there is a section labeled "Program Service (Station Name)". This section contains two columns of input fields, numbered 1 through 15. To the right of these fields is a "Clear Fields" button. Below the input fields is a dropdown menu currently showing "COM1". At the bottom of the window, there is a "Program Service Time" section with a slider control set to "5 Sec" and an "Update RDS!" button.

Es tan sencillo como:

- Escribir hasta un máximo de 15 palabras de longitud máxima 8 caracteres.
- Elegir el tiempo, en segundos, para la transición entre palabra y palabra.
- Y por último conectar el RDS al puerto COM del ordenador y presionar el botón: Update RDS!

8. Diseño y montaje adaptador telefónico para línea fija

Toca el turno de adentrarnos en este apartado. Se diseñara y fabricara un captador telefónico de línea fija. Esto que es, pues como su nombre indica, un dispositivo que será capaz de discriminar la señal de audio de una línea telefónica y extraerla para poder inyectarla en la emisión de FM.

Para poder hacer este diseño se ha estudiado exhaustivamente el funcionamiento de una línea telefónica básica. Una vez comprendido el funcionamiento, y estudiado los diferentes elementos que intervienen en una línea telefónica básica (bucle centralita - abonado) pasamos a mostrar el esquema eléctrico que diseñamos y montamos:

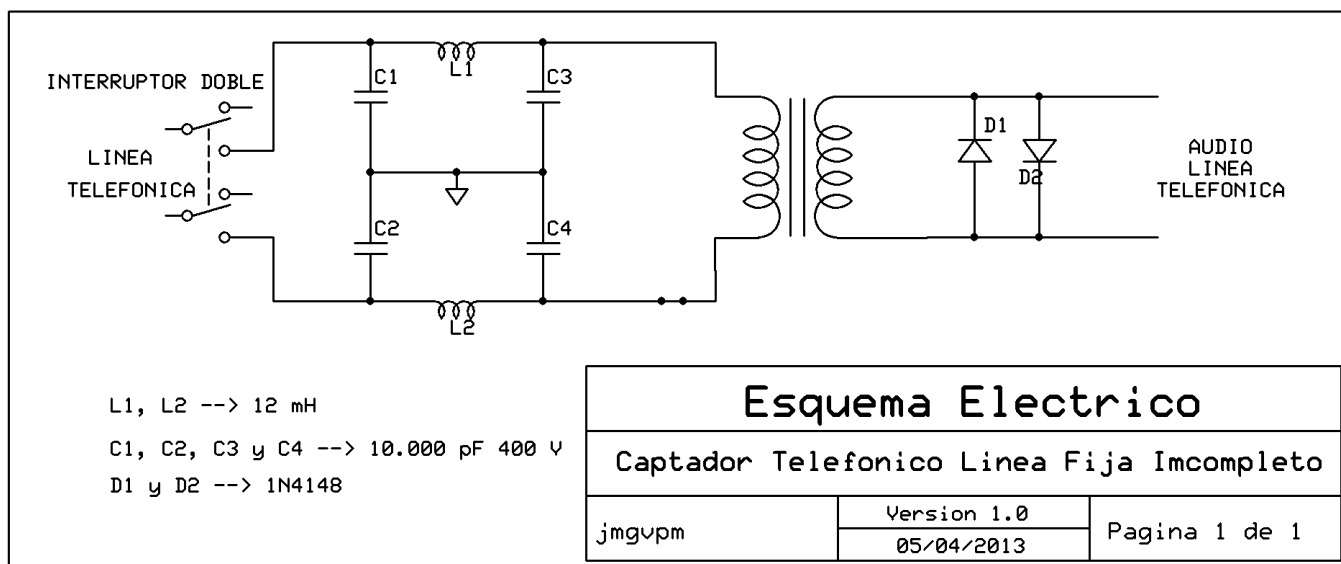


Imagen. Captador Telefónico Línea Fija (Versión 1).

Explicación del diseño: a continuación se explica de forma detallada el circuito y la función que desempeña cada componente:

- Los 4 condensadores (C1, C2, C3, y C4) junto con las bobinas (L1 y L2) se consigue un filtro paso bajo para conseguir eliminar toda la posible radiofrecuencia que se introduzca a través de la línea telefónica.
- El transformador 600 Ω a 600 Ω . Conseguirá el aislamiento galvánico de la línea telefónica.

- Los diodos (D1 y D2) actúan como limitadores de tensión y se le llama montaje anti paralelo. La tensión de limitación depende del sustrato con el que este fabricado el diodo. En nuestro caso Silicio (Si) (0,7 V). Si fuese Germanio (Ge) (0,3 V).

Experimentación y pruebas: en esta primera versión, una vez implementado, se comienza con la fase de pruebas para cerciorar de su correcto funcionamiento. De tales pruebas se sacan las siguientes conclusiones:

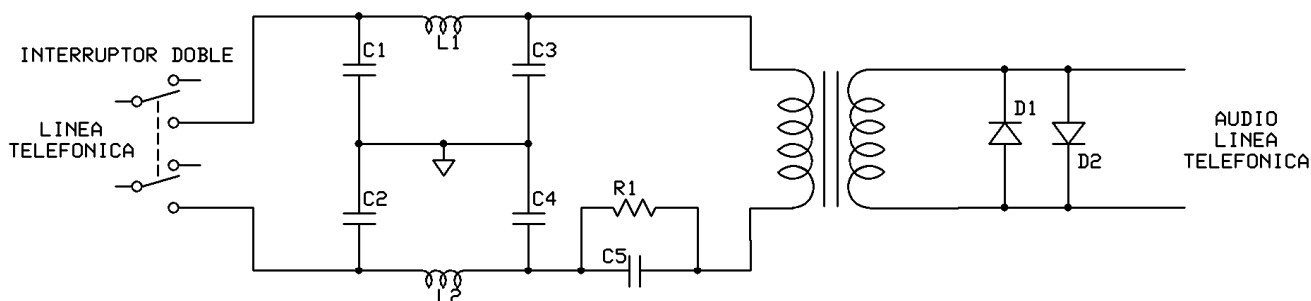
- El audio de la línea telefónica se extrae de forma correcta. [VENTAJA]
- Es necesario mantener el auricular del teléfono descolgado a la vez que el captador telefónico esta en uso para que no se cuelgue la llamada.
[INCONVENIENTE]
- Todos los ruidos de ambiente se introducen (tenemos que evitar esto) en el directo de FM. [INCONVENIENTE]
- Para poder hablar con el oyente es necesario hacerlo a través del teléfono (auricular) y lo correcto sería hacerlo a través del micrófono del locutor.
[INCONVENIENTE]
- Cuando se acciona el interruptor para que el captador comience a hacer su cometido, se produce un error en el ADSL (router se reinicia por detectar fallos en la línea) y se produce el corte en el acceso a Internet, con lo que el servicio streaming se corta. [INCONVENIENTE]

Después de este primer diseño y sopesando los pros y los contras que este dispositivo presenta, se decide hacer una pequeña modificación para evitar tener descolgado el teléfono y que no se produzca el corte de ADSL.

Simplemente modificando el diseño original y añadiendo una resistencia (R1) en paralelo al condensador (C5), se consigue el objetivo de mantener la corriente bucle abonado al colgar el teléfono y que no se produzca el corte en el ADSL de la línea. Además, antes de tener el RC (R1 y C5), al colgar el teléfono, el captador telefónico también dejaba de

funcionar. Con esta añadidura, se ha conseguido solucionar todos los contras que presentaba el diseño original, menos el de hablar al oyente a través del micrófono del locutor.

Aquí se muestra el diseño con la mejora:



L1, L2 --> 12 mH

C1, C2, C3 y C4 --> 10.000 pF 400 V

C5 --> 100.000 pF

R1 --> 560 Ohm

D1 y D2 --> 1N4148

Esquema Electrico

Captador Telefonico Linea Fija Incompleto

jmgvpm

Version 2.0

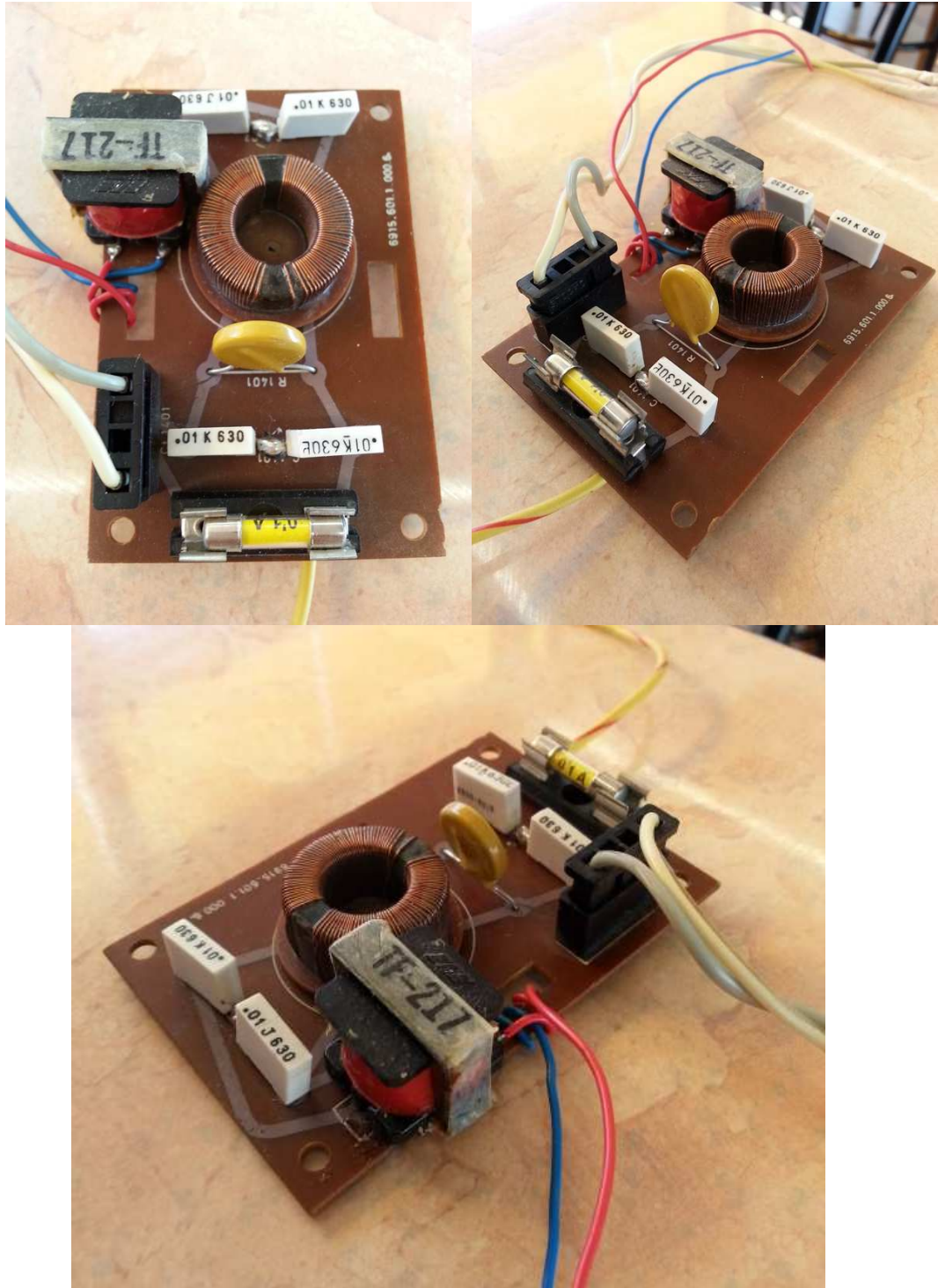
05/04/2013

Pagina 1 de 1

Captador Telefónico Línea Fija (Versión 2).

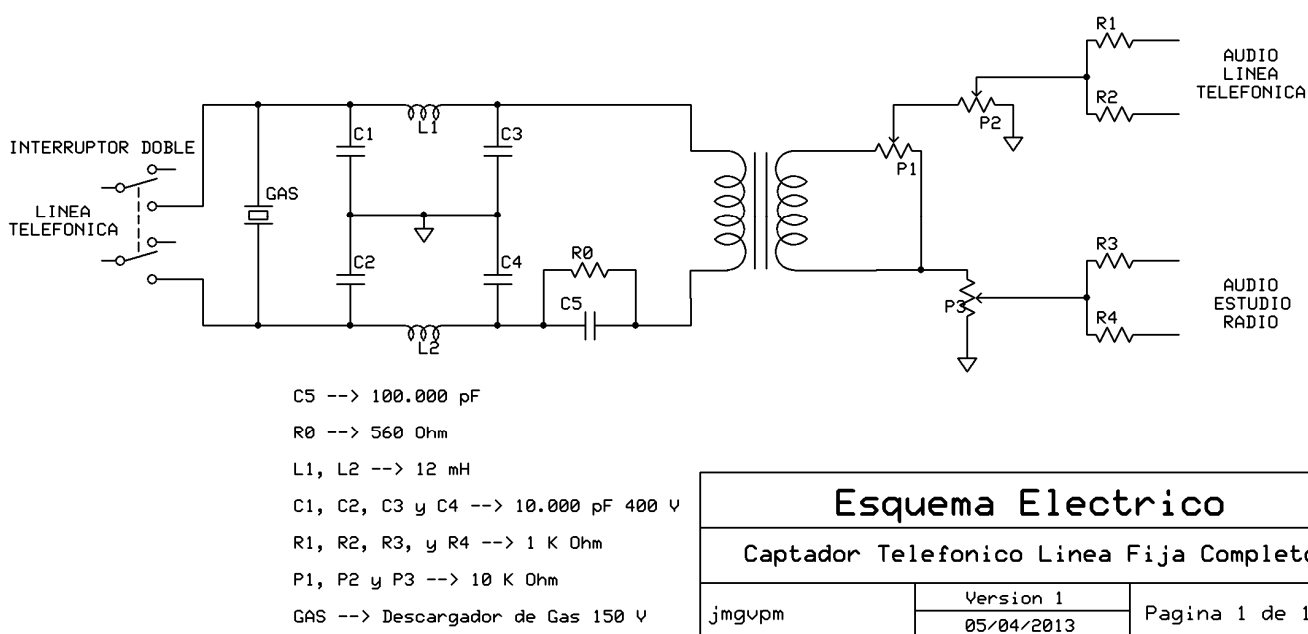
El conjunto RC (C5 y R1) consigue que no se dañe el trafo con la continua de la línea telefónica. Además, también soluciona otro de los problemas que presentaba cuando se hicieron las primeras pruebas. En el momento de recibir una llamada telefónica y se captaba a través del captador telefónico, se cortaba el ADSL en la línea y el router se reiniciaba. Por ello suponía un problema bastante grande ya que cada vez que recibíamos una llamada se caía el ADSL (se cortaba la emisión a través de internet). Con esta mejora (RC), se elimina por completo estos problemas. Se reciben llamadas, se captan y el ADSL no sufre ningún corte.

Implementación real en imágenes:



Seguimos mejorando el diseño para poder conseguir hablar con el oyente sin necesidad de tener el teléfono descolgado y poder hacerlo a través del micrófono del locutor. Se pasó a diseñar otro captador de línea telefónica que fuera capaz de captar y también de inyectar sonido a la línea.

Aquí se muestra el diseño:



Captador Telefónico Línea Fija Completo.

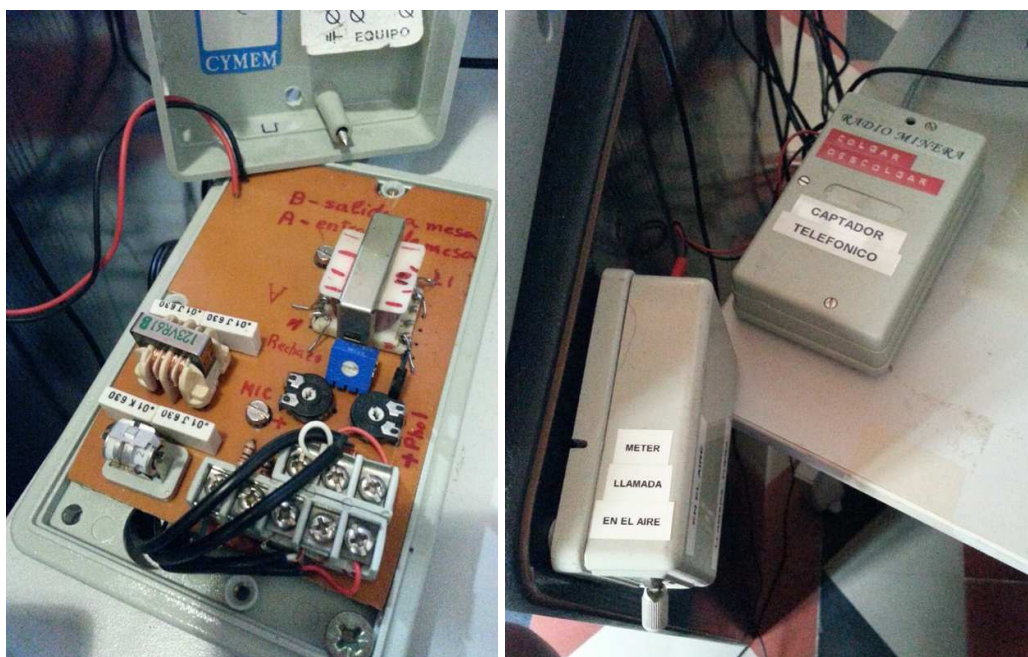
La primera etapa de este nuevo dispositivo es idéntica a la del Captador Telefónico de Línea Fija Incompleto (versión 2.0) con la diferencia de añadir entre el interruptor y el primer grupo de condensadores, un descargador de GAS.

En la segunda etapa, se ponen tres potenciómetros (P1 P2 P3) y 4 resistencias (R1 R2 R3 R4), cuya función es:

- P1: este potenciómetro tiene una función primordial, ya que se encarga de adaptar el captador a la línea telefónica. Cada línea telefónica es diferente (por distancia de cables en instalación, por diferentes motivos más...). Consigue que todo el audio que llegue por la línea lo entregue a la mesa de mezclas y que no retorne nada por la línea y viceversa (sacar todo el audio del estudio al oyentes sin que retorne nada)

- P2: ajusta el volumen que se recibe por la línea. Es decir, el volumen con el que se escuchara al oyente.
- P3: ajusta el volumen que se manda por la línea. Es decir, el volumen con el que nos escuchara el oyente.
- R1 R2 R3 R4: se utilizan para adaptar.

Fotografías reales del diseño:

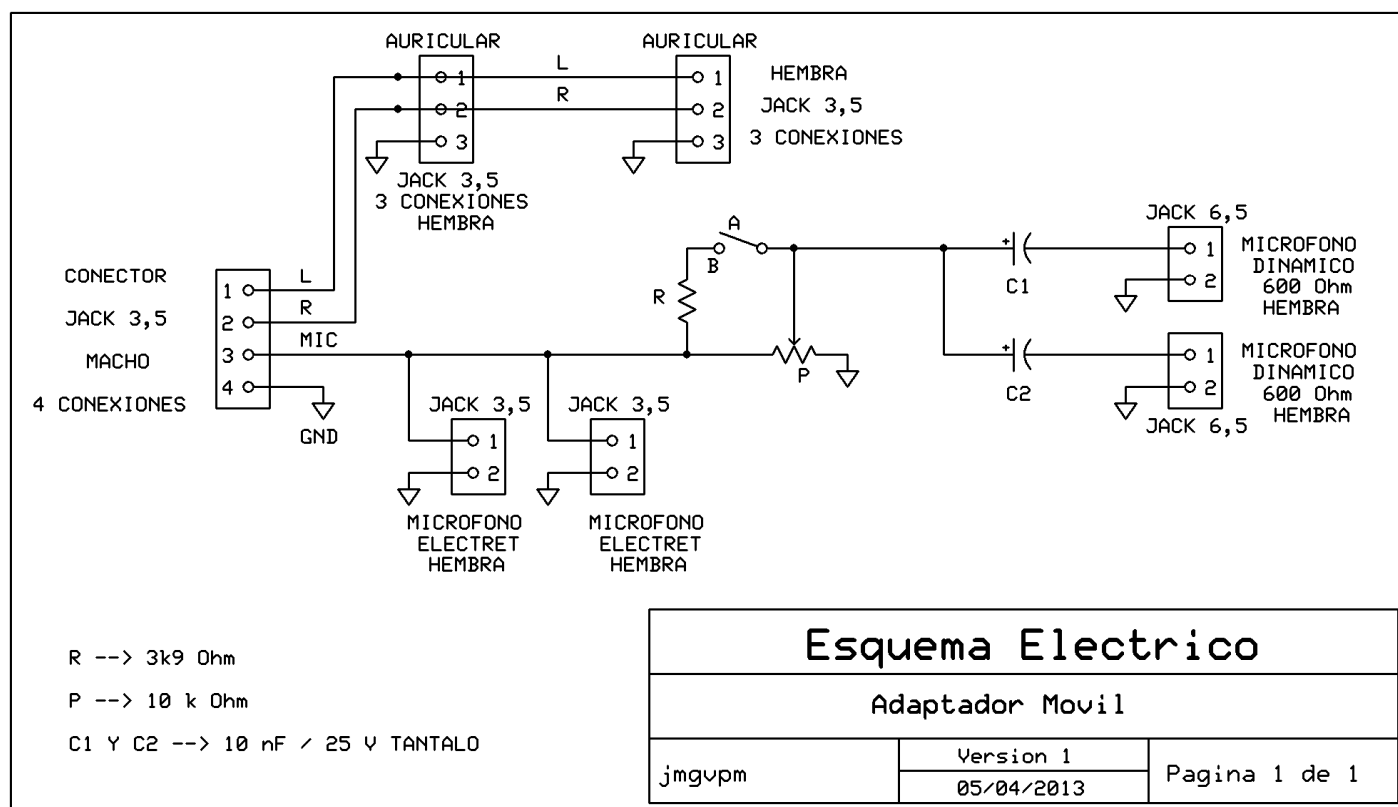




9. Diseño y montaje adaptador teléfonos móviles como unidad móvil

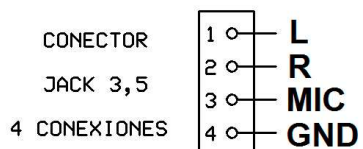
Entramos ahora en un dispositivo que se usará como unidad móvil, ya que no se dispone de radio enlaces para cubrir grandes distancias, ni conexiones satélites.

Adaptaremos un teléfono móvil a los micrófonos dinámicos y también a micrófonos electret para usarlo conjuntamente con captador telefónico de línea fija. Es decir, se realiza una llamada desde el teléfono móvil a la línea fija del estudio. Y para ellos se diseñó el siguiente dispositivo:

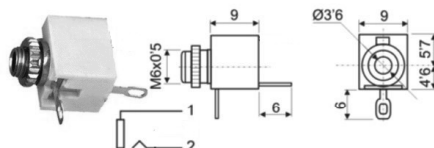
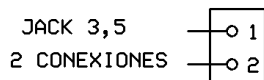
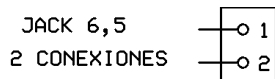
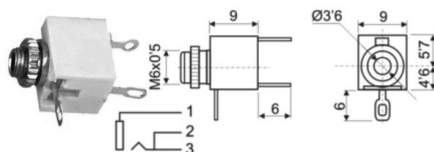
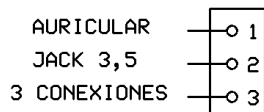
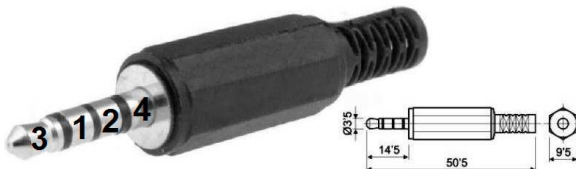


Admite un total de dos auriculares y o bien, dos micrófonos electret o dos micrófonos dinámicos.

Diferentes conectores que se usan para el conexionado entre el adaptador y el teléfono móvil:



(*) Según el fabricante:
3 y 4 se intercambian



Esquema Electrico

Legenda Componentes

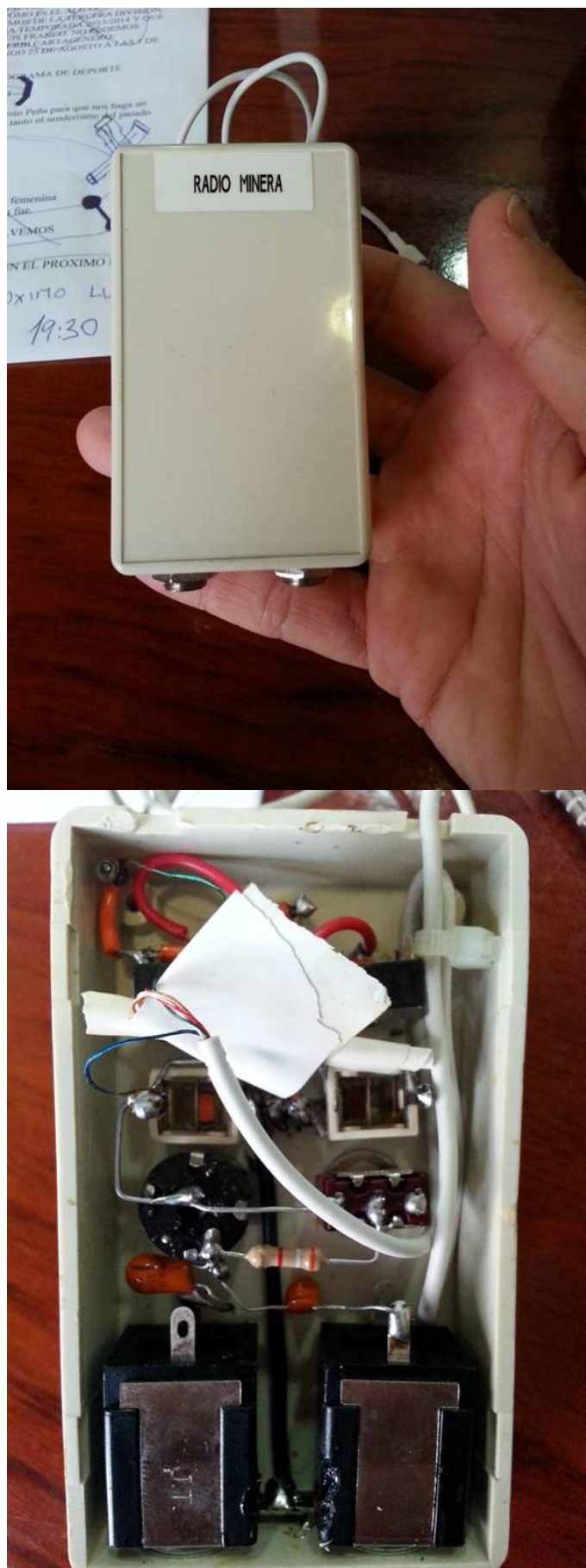
jmgupm

Version 1
05/04/2013

Pagina 1 de 1

Implementación real:





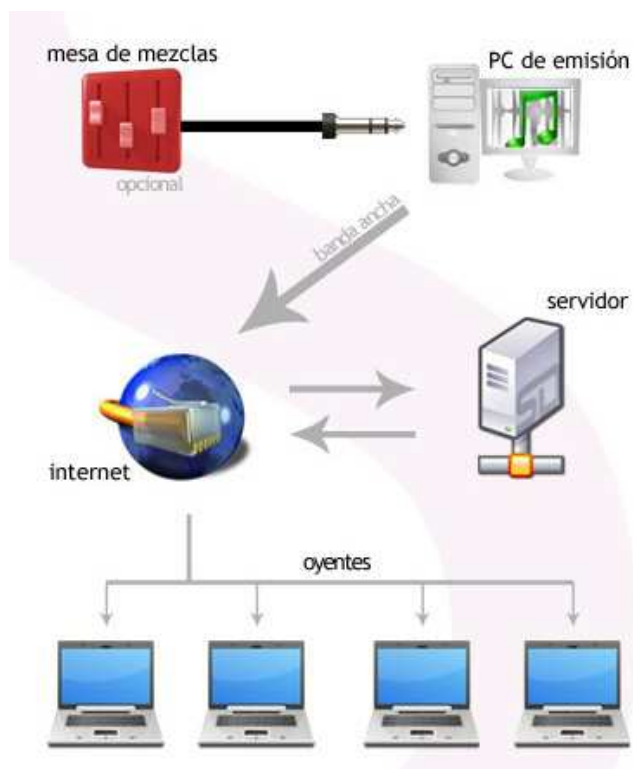
10. Diseño WEB con emision broadcast y podcast y aplicación para Androd

Después de esta breve introducción (apartado anterior), como indica el título del proyecto: Diseño y Montaje de una Emisora de Radio FM e **Internet**, se abordaran en este segundo apartado, lo que será la Emisión de la Señal de Radio FM a través de Internet, con el fin de llegar a aquellas personas que no tengan cobertura FM y si dispongan de una conexión a Internet.

10.1. Conceptos: Broadcast, PodCast, HTML, CSS, Android

A continuación se definirán varios conceptos que se usaran a lo largo de toda la memoria:

- Emisión **BROADCAST** a través de Internet: la emisión que se realizara a través de la FM también estará disponible en Internet. Para hacer esto posible, se usará un servidor de audio (streaming) broadcast. Broadcast significa que emitiremos a un servidor y los clientes (oyentes), accediendo a la página web o a la aplicación móvil (para Android) podrán escuchar la radio, como si estuvieran sintonizando la emisora a través de FM.



Por señalar alguna diferencia, la señal FM es inmediata y no sufre apenas retraso desde que se modula en el estudio de radio y se demodula en el receptor de radio (oyentes), mientras que la emisión broadcast a través de internet puede llegar a sufrir hasta 20 segundos de retraso (incluso minutos), depende de muchos factores. Pero no nos interesan las diferencias entre ambas, sino la ventaja de que si no estás en la zona de cobertura FM y si dispones de acceso a internet (PC o Smartphone) podrás disfrutar de la radio igualmente.

- Servicio **PODCAST** de audio: se implementara también para ofrecer algo más a los oyentes de la futura radio.



Si están ocupados y no pueden prestar atención a lo que se emite en directo, se ofrecerá una plataforma web para poder escuchar y descargar los diferentes audios de los programas, informativos, magazines, etc... que se emitan en dicha emisora de radio. Un servicio de "RADIO A LA CARTA" en el que se podrá escuchar todo, donde y cuando quieras. Este servicio solo estará disponible en Internet.

- **HTML y CSS:** son los lenguajes de programación web que se usarán para llevar a cabo el diseño web. HTML se usa para estructurar el contenido mientras que CSS se usa para formatear el contenido previamente estructurado. Estos dos lenguajes son muy complejos y se necesita de mucha práctica para el control y manejo de los mismos.

A medida que la Web fue ganando popularidad, los diseñadores empezaron a buscar posibilidades para añadir formato a los documentos en línea. Para satisfacer esta reclamación, los fabricantes de los navegadores inventaron nuevas

etiquetas HTML que se diferenciaba de las etiquetas originales HTML en que definían el formato y no la estructura. Esto también llevó a una situación en la que las etiquetas estructurales se usaban cada vez más de manera incorrecta para dar formato a las páginas en vez de para añadir estructura al texto. Muchas nuevas etiquetas que añadían formato, sólo las soportaban un tipo determinado de navegador. "Necesitas el navegador X para visualizar esta página". CSS se inventó para remediar esta situación, proporcionando a los diseñadores web, con sofisticadas oportunidades de presentación soportadas por todos los navegadores. Al mismo tiempo, se consiguió la separación de la presentación de los documentos y del contenido de los mismos, haciendo que el mantenimiento del sitio web sea mucho más fácil. Resumiendo, HTML se usa para administrar el contenido web y CSS para la presentación de los contenidos web.

- Sistema operativo **ANDROID**: es un sistema operativo basado en Linux. Está diseñado principalmente para dispositivos móviles con pantalla táctil como teléfonos inteligentes (Smartphone) o tabletas. Inicialmente fue desarrollado por Android, Inc. Google compró esta compañía en 2005. El primer móvil con el sistema operativo Android se vendió en octubre de 2008.



En la actualidad, la gran mayoría de teléfonos móviles funcionan con el sistema operativo Android, por ello, se diseñará una aplicación para poder escuchar también la radio desde el móvil con este sistema operativo.

- OTRO CONCEPTO...

Una vez explicados, más o menos y de forma sencilla, estos conceptos, se pasará al diseño propiamente dicho de la plataforma web (página web) que soportará todos estos

servicios (Streaming Broadcast y PodCast). Para acabar con el Diseño de la Aplicación Móvil para el sistema operativo Android.

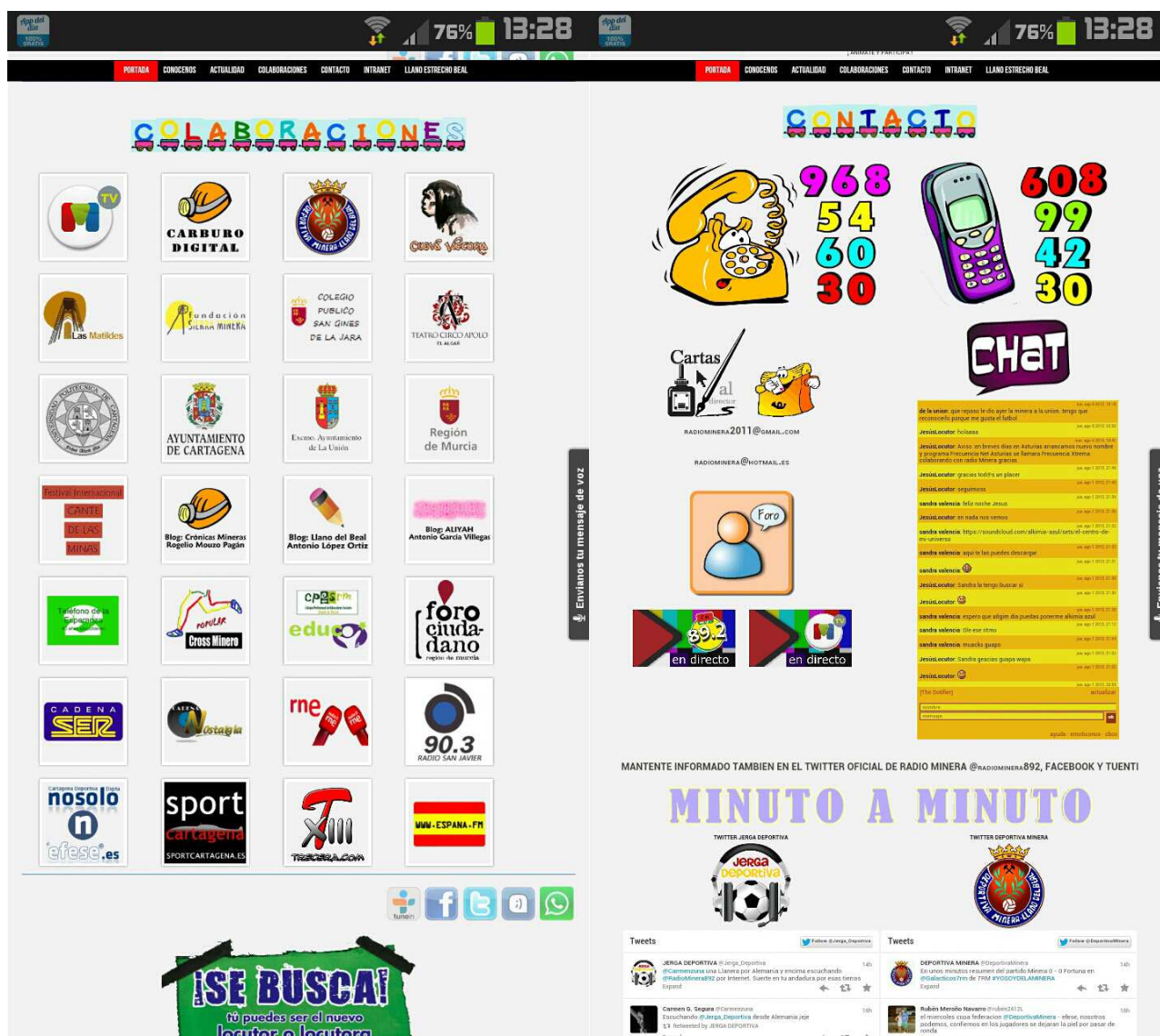
10.2. Diseño Pagina Web y Podcast

El diseño web se ha realizado con el programa Dreamweaver y se ha utilizado HTML5 y CSS3. Se han combinado ambas y se ha conseguido optimizar la página web de forma que se acceda desde cualquier navegador web (Explorer, Chrome, Firefox, Opera,...) y sea compatible. Incluso desde Smartphone.

Se puede visitar en www.llanodelbeal.com.

Aquí algunas capturas de la web:





10.3. Diseño aplicación para Android

Como añadido, se ha programado una aplicación para Android (valido para versión 2.3 en adelante). Además de estar programado para Android es necesario tener instalado en el Smartphone un plug-ins (Adobe Flash Player Android). Las funciones de dicha APP son:

- Audio de la emisión en directo.
- Reproductor de video (cámara web instalada en los estudios centrales).

- Script (cambia automáticamente según hora/día) donde anuncia el programa que está en cada momento en antena.
- Fecha y hora actual.
- Además se añaden varios widget (de twitter, etc...) para la interacción entre la radio y los oyentes.

Screenshots de la APP



11. Software de automatización, emisión y grabación

En este apartado se abordará todo lo relacionado con el software de automatización de radio, emisión a internet y de grabación de audio. Se usará para este cometido tres programas básicamente:

- **Zararadio** (versión 1.6 gratuita para Windows): este software cuya función será la de automatizar nuestra emisora de radio FM. Tiene dos ventajas añadidas: la primera es la de ser sencillo en su configuración, y la segunda, es completamente gratuito. No por ser gratuito significa que no se consigue la completa automatización de una emisora de radio. Es muy completo. Servicios que ofrece el software:
 - Señales horarias: incorporando librerías de voces (ya creadas o incluso puedes crearte las tuyas propias con tu voz), se configuran para que a todas las horas en punto salte el pitido característico de señales horarias además de la locución (hombre/mujer), diciendo que hora es.
 - Información meteorológica: este software te da la posibilidad de sincronizarlo con cualquier tipo de software que te facilite la información meteorológica en cada momento (temperatura, humedad,...). En nuestro caso usamos (software meteorología) que nos exporta a un documento HTML la información actualizada de temperatura y humedad y el Zararadio lo configuramos para que lea ese archivo HTML e interprete los datos para poder emitirlos (locución).
 - Reproductor principal: en este, cargaremos la lista de reproducción de los archivos de audio. Se podrá configurar para que se reproduzcan en diferentes modos (aleatorio, normal, barajar, reproduce y borra,...)
 - 4 reproductores secundarios: además de disponer del principal, tenemos otros 4 donde cargar otras listas de reproducción.

-
- Conexión/desconexión mediante todos DTFM: este programa incorpora la capacidad software de detección de todos DTFM. Si existirá la posibilidad de montar varias emisoras de la misma empresa o cadena, añadiendo un emisor de todos DTFM en el estudio central y receptores en todos los demás estudios secundarios, este software es capaz de conectar emisiones conjuntas mediante la emisión de estos todos DTFM y desconexiones locales.

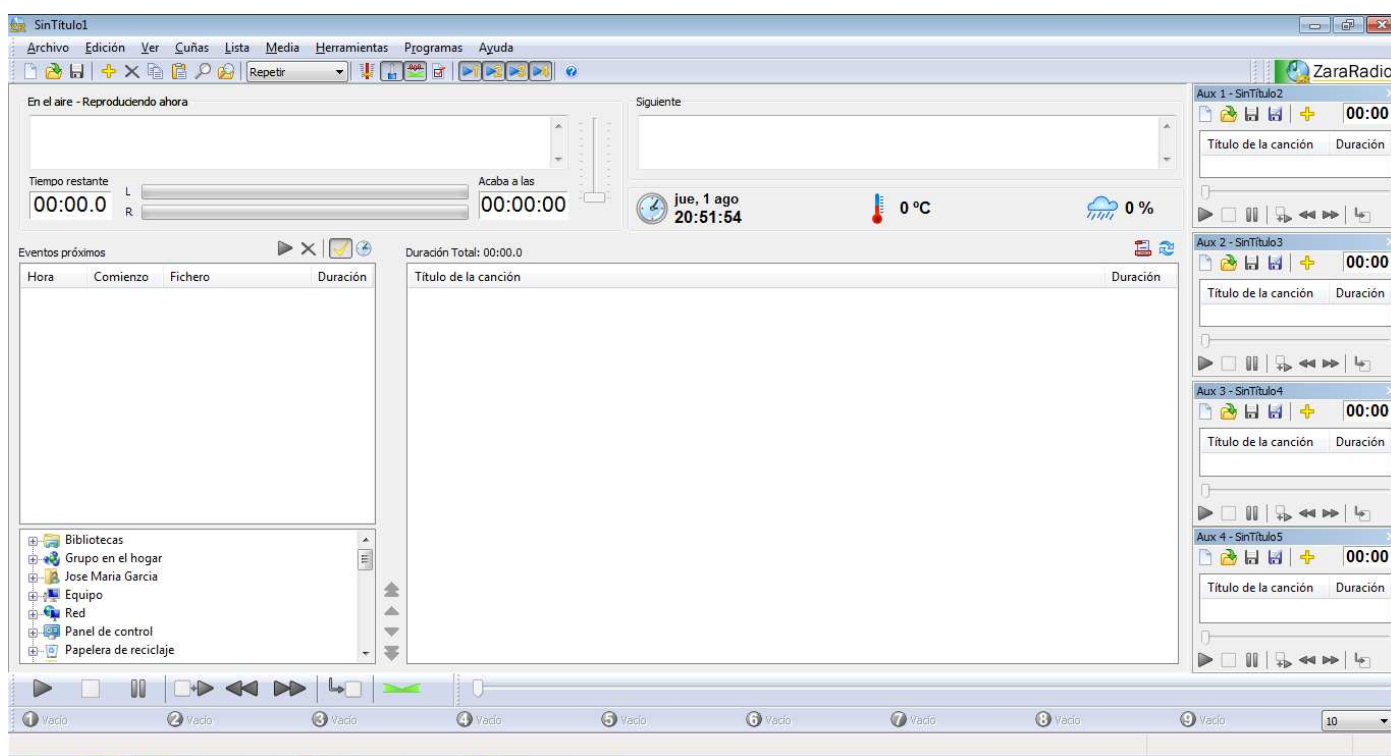
Esto sirve básicamente para el tema de emisión de publicidad. Un ejemplo claro es el siguiente: están realizando un programa en Madrid emitido para todas las radios de la cadena. Mediante todos DTFM sincronizamos todos los estudios para que emitan la misma señal central de Madrid. Pero en determinados espacios temporales el programa se marcha a publicidad. Entonces en la central madrileña se emiten tonos de desconexión a los diferentes estudios repartidos por toda la geografía para que tomen el control en su propio estudio. Pasado ese cierto tiempo de publicidad, el estudio central emite tonos de conexión y vuelve a tomar el control de todos los estudios secundarios.

- Detector de silencio: sirve para detectar que no se está emitiendo ningún sonido durante un tiempo (configurable) para que pase a la siguiente pista de audio. El objetivo es eliminar (minimizar) el silencio radiofónico.
- Solapamiento de pistas (audios): esta es otra de las opciones que te permite minimizar ese silencio. Como lo hace, pues solapando el final de una pista de audio con el principio de la siguiente.
- Conexión con servidores de streaming de audio: nos permite añadir direcciones URL de emisiones broadcast streaming de audio.
- Programación completa de eventos (AÑO/DIA/HORA/MINUTOS/SEGUNDOS): nos facilita la programación completamente personalizada de emitir cualquier pista en cualquier momento. Esta función se usa para programar eventos, señales horarias, programas en diferido y para la publicidad.

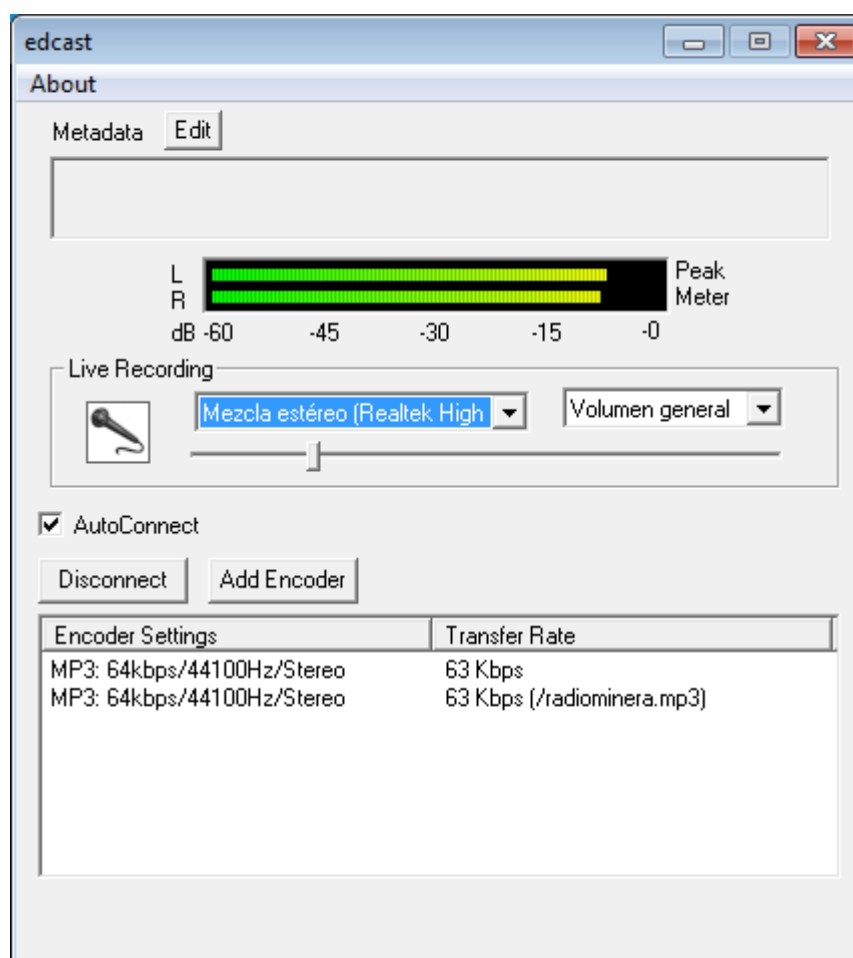
- Pisador automático: cuando se está reproduciendo una pista de audio y el locutor de radio tiene que hablar y no quiere hacerlo en silencio, puede activar esta opción y el volumen de la pista desciende hasta un cierto nivel previamente configurado. Entonces comienza a hablar con un cierto sonido por debajo de la voz. Cuando termina de hablar, pulsa sobre la opción y automáticamente el sonido vuelve a subir hasta el volumen inicial.
- Etc...

Todas las funciones del software además de la explicación detallada y minuciosa, la puedes encontrar en el ([ANEXO I: Manual de usuario Zararadio](#)).

A continuación se muestra la interfaz de usuario del programa Zararadio:



-
- **Edcast:** la función principal de este programa es la de emitir a internet el sonido del estudio. Admite configuraciones shoutcast e icecast. Se configurarán dos servidores, uno principal y otro secundario para caso de fallo. Ambos de compañías diferentes para minimizar que se caigan los dos a la vez.



Configuration

Basic Settings YP Settings Advanced Settings

OK Cancel

General Settings

Bitrate 64 ☒ Use bitrate

Quality 0

Samplerate 44100

Channels 2 * 1 for Mono, 2 for Stereo ☒ Joint Stereo

Encoder Type MP3 Lame

Server Type Shoutcast

Server IP 95.154.254.153

Server Port 18991

Encoder Password jmgv1988

Mountpoint * Required for Icecast servers

Reconnect Seconds 10

Configuration

Basic Settings YP Settings Advanced Settings

OK Cancel

General Settings

Bitrate 64 ☒ Use bitrate

Quality 0

Samplerate 44100

Channels 2 * 1 for Mono, 2 for Stereo ☒ Joint Stereo

Encoder Type MP3 Lame

Server Type Icecast2

Server IP giss.tv

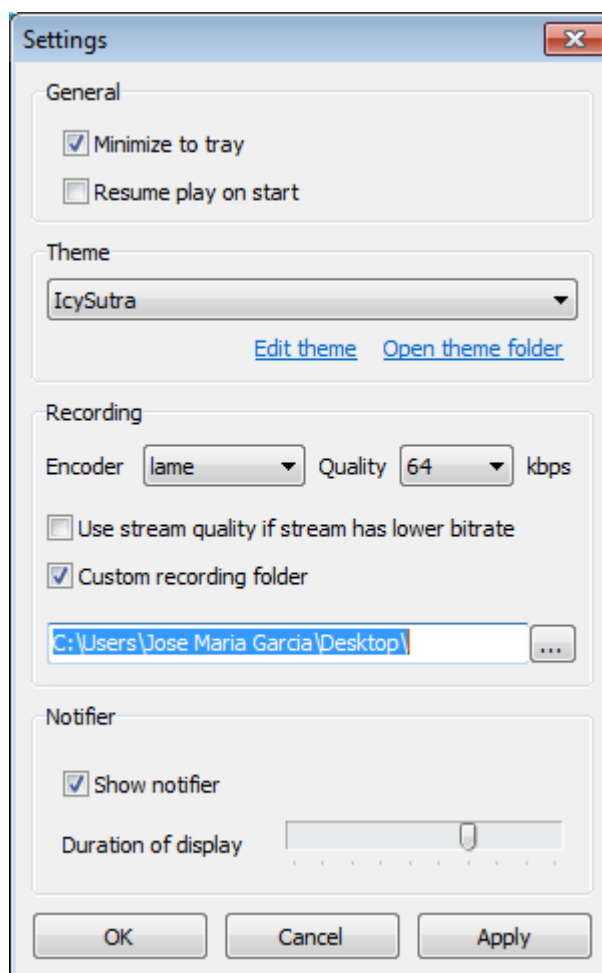
Server Port 8000

Encoder Password h109w

Mountpoint /radiominera.mp3 * Required for Icecast servers

Reconnect Seconds 30

-
- **IcyRadio** (versión gratuita para Windows): este software es el que se usará para la grabación de audio. También es un software gratuito y muy simple de usar. Simplemente tienes que configurar la url de emisión broadcast y grabar. Se genera un archivo en formato .mp3. A continuación se muestran las diferentes interfaces del programa:



Edit Station

Group: Other

Name: Radio Minera

URL: http://95.154.254.153:18991

Info: Llano Estrecho Beal en la 89.2 de la FM

☐ Video Stream Bitrate: 64

OK Cancel

12. Bibliografía

- Radio Amateur Handbook, edit. Marcombo.
- Circuitos Electrónicos, Analógicos I y II E.T.S. Ingenieros de Telecomunicación Madrid.
- Circuitos Electrónicos, Digitales I y II E.T.S. Ingenieros de Telecomunicación Madrid.
- Manual de Electrónica y comunicaciones, Ediciones Omega S.A.
- Radio Handbook, Edit. Marcombo.
- Circuitos integrados digitales I y II Edit. Paraninfo.
- Datasheet de fabricantes.
- Normativa básica para la realización de proyectos técnicos de estaciones de radiodifusión (sonora y de televisión): Secretaria de Estado de las Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información.
- EA7BIA